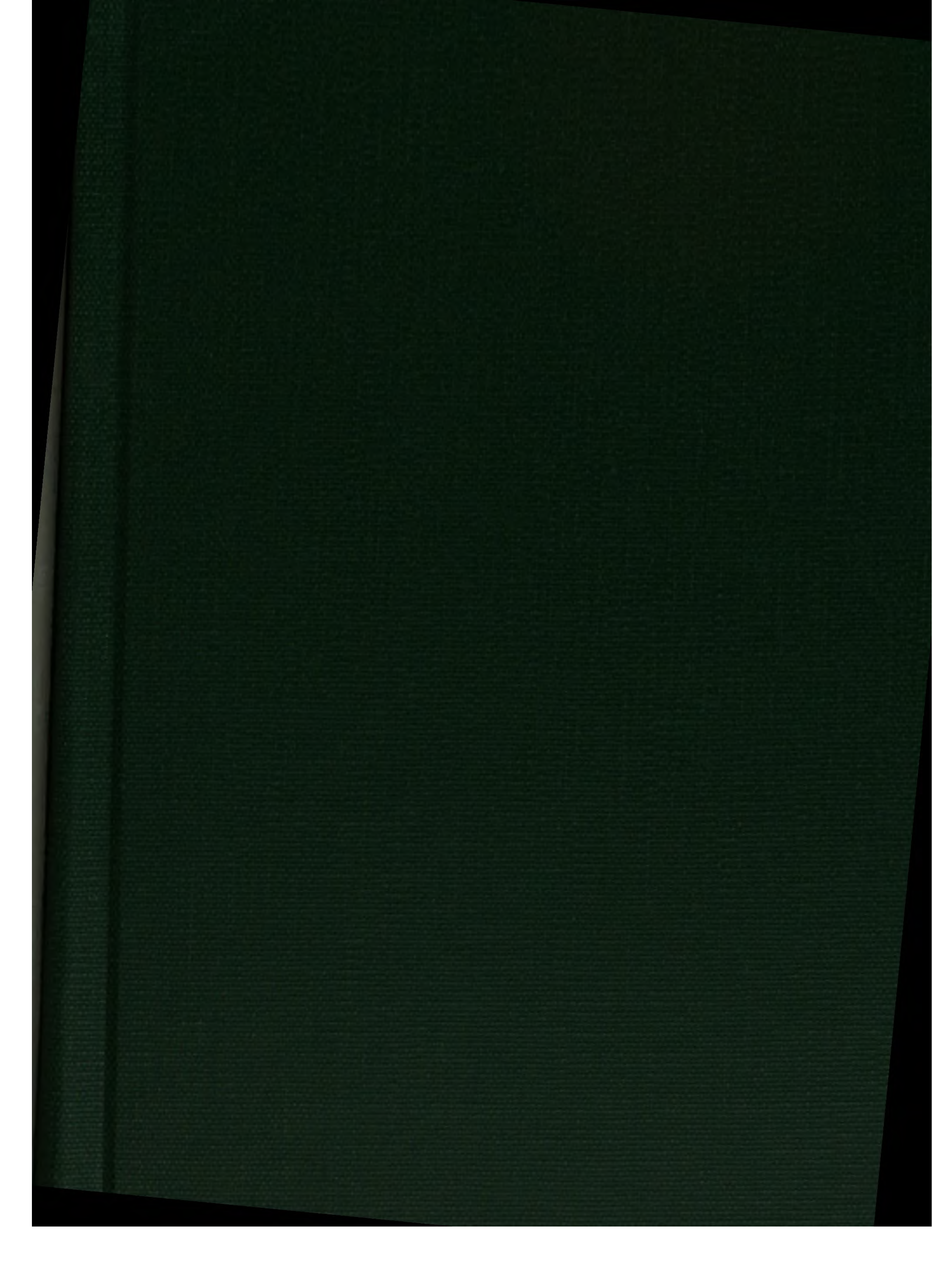
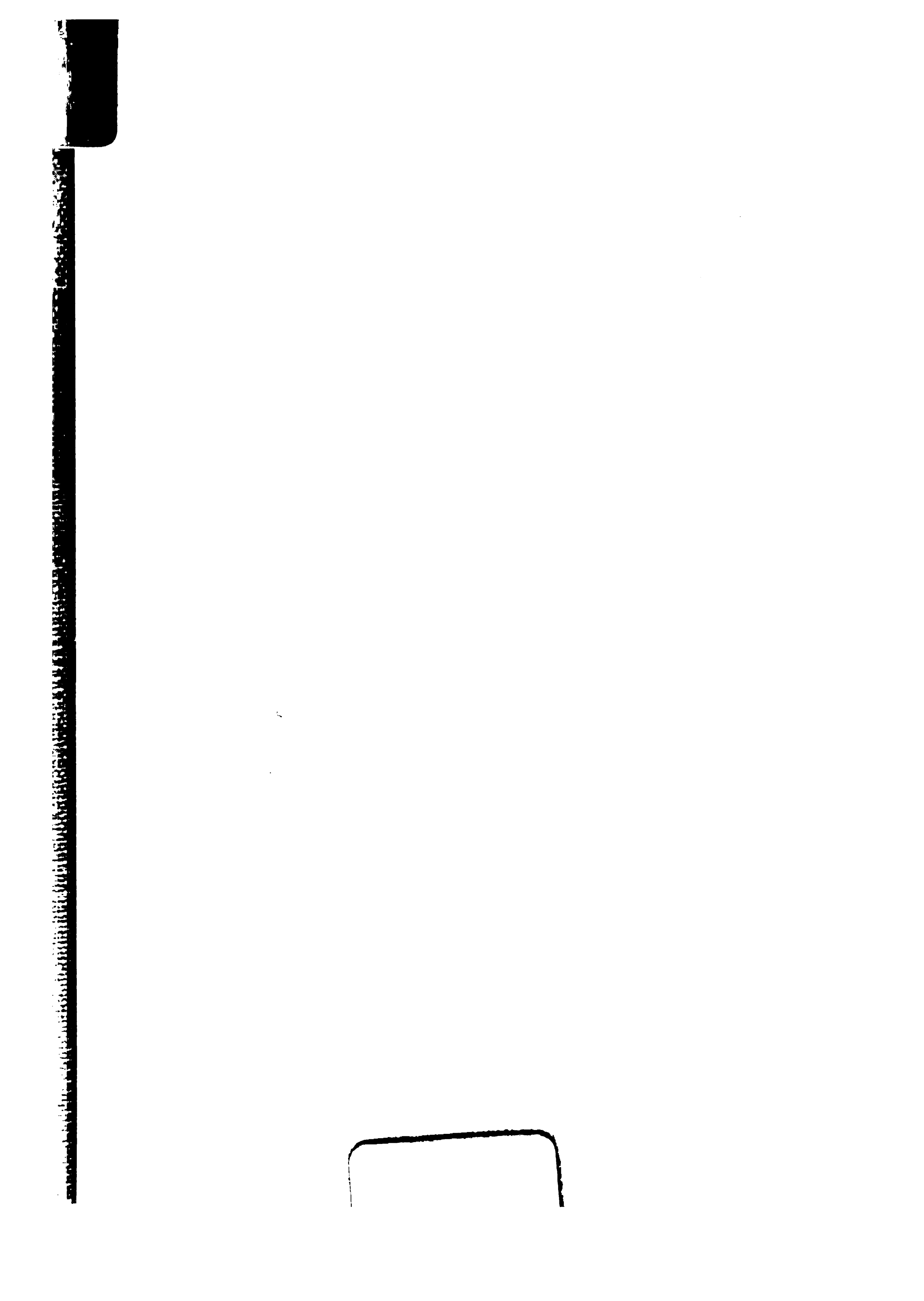












STRAHLENTHERAPIE

Mitteilungen

aus dem Gebiete der Behandlung mit
Röntgenstrahlen, Licht und radioaktiven Substanzen

Zugleich

Zentralorgan für Krebs- und Lupusbehandlung

herausgegeben von

Prof. Dr. **W. Falta**, Wien

Prof. Dr. **C. J. Gauß**, Freiburg i. Br.

Prof. Dr. **Hans Meyer**, Kiel

Prof. Dr. **R. Werner**, Heidelberg

Band IX

Mit 12 schwarzen Tafeln

Urban & Schwarzenberg,

Berlin N. 24
Friedrichstr. 105 B

Wien I
Maximilianstr. 4

1919

Weimar. — Druck von R. Wagner Sohn.

Inhaltsverzeichnis.

Originalarbeiten.

Referatenteil.

unter Mitwirkung von M. Fränkel, Berlin, Dr. Hans Ritter, Hamburg, F. Voltz, Erlangen, bearbeitet von Prof. Dr. Hans Meyer, Bremen.

Übersichtsreferate.

Einzelreferate.

Dem Andenken B. Krönigs.

Mit dem am 29. Oktober 1917 zu Freiburg im Breisgau erfolgten Tode Bernhard Krönigs hat die Strahlenforschung einen empfindlichen Verlust erlitten. Sein Name ist seit langen Jahren so eng mit der Strahlentherapie verknüpft, daß ihre ganze Entwicklung den Einfluß der Forscherarbeit Krönigs deutlich erkennen läßt. Es ist darum eine Ehrenpflicht, ihm auch im Rahmen dieser Zeitschrift einen Kranz auf das noch frische Grab zu legen.

Der Ruf Krönigs als Arzt, Operateur, Lehrer und Forscher war schon fest begründet, als er, die große Bedeutung der Strahlentherapie für sein Spezialgebiet, die Gynäkologie, erkennend, damit begann, die gutartigen Uterusblutungen mit Röntgenstrahlen zu behandeln. Seine ersten in das Jahr 1904 fallenden Versuche mußten nach dem Stande der Dinge ein Mißerfolg bleiben; zu primitiv war die damals noch ganz auf eine Oberflächentherapie eingestellte Technik, zu gering die Röntgenkenntnisse und die Röntgenerfahrungen der die Bestrahlung ausführenden Hilfskräfte der Klinik. Krönig ließ sich aber dadurch nicht entmutigen. Mit der zähen Energie, mit der er das einmal als richtig Erkannte zu verfolgen pflegte, versuchte er immer wieder von neuem, dem ersehnten Ziel näher zu kommen. Da das durch die Bestrahlung des Abdomen allein nicht gelingen wollte, so zog er schon damals die gleichzeitige Bestrahlung per vaginam, die Sensibilisierung des Uterus durch eingebrachte Farbstoffe, die Bestrahlung der Ovarien bei geöffneter Bauchhöhle zur Unterstützung heran.

Mitten in diese vielversprechenden Versuche fiel die Aufsehen erregende Mitteilung Albers-Schönbergs über die mit seiner Technik erzielten Erfolge in der Röntgenbehandlung der Myome. Da es eine der hervorstehendsten Eigenschaften Krönigs war, sich in seinem wissenschaftlichen Arbeiten auf die fachmännischen Erfahrungen anderer zu stützen, so entsandte er mich damals kurz entschlossen zu Albers-Schönberg selbst, dessen wissenschaftliche Zuverlässigkeit und dessen exaktes Arbeiten er aus der in Leipzig gemeinsam mit ihm verlebten Assistentenzeit kannte

und schätzte. Seine auf Albers-Schönberg gesetzten Hoffnungen wurden nicht enttäuscht. Nachdem die Freiburger Röntgeneinrichtung von Grund aus reformiert und die geistvolle Methode Albers-Schönbergs dort eingeführt worden war, stellten sich auch die lange vorher vergeblich erwarteten Bestrahlungserfolge ein. Aber Krönigs unruhiger Geist gab sich mit dem Erreichten nicht zufrieden. Die Heilung erschien ihm noch zu langsam und zu mühevoll erkauft, er empfand es zudem als einen Nachteil der Methode, daß oft gerade die schweren Myomfälle, bei denen man eine Operation vermeiden zu können wünschte, sich gegen die Bestrahlung refraktär erwiesen. So drängte er immer wieder auf einen Ausbau der Bestrahlungstechnik hin. Wenn sich nun in der Reihe der folgenden Jahre auch Methodik und Instrumentarium an der Freiburger Klinik immer wieder fortschreitend geändert haben, so blieben die Erfahrungen Albers-Schönbergs doch die von Krönig immer dankbar anerkannte Grundlage aller Verbesserungsversuche. Die mehrstellige Bestrahlung, von den Franzosen schon in der Form des Kreuzfeuers angewandt, war der erste Schritt vorwärts in der Freiburger Bestrahlungstechnik; aber die Resultate blieben trotzdem noch sehr verbesserungsbedürftig. Da sich die Empfindlichkeit der Haut immer wieder als Haupthindernis für die Erzielung einer wirksamen Tiefenwirkung erwies, so begann man, den weichen Strahlenanteil der Röntgenröhren durch die Zwischenschaltung eines Metallfilters weitgehend abzufangen, indem man zugleich auch die Intensität der wirksamen Tiefenstrahlung durch Abkürzung des Strahlenwegs zu erhöhen versuchte. Auf diese Weise gelang es, eine durch mühevolle physikalische und biologische Experimente gestützte Grundlage für die Röntgentiefentherapie zu finden, als deren Niederschlag eine von Gauß und Lembcke verfaßte Monographie anzusehen ist. Man kann sich heute kaum vorstellen, ein wie großer Widerstand den darin ausgesprochenen Ansichten damals entgegengesetzt wurde. Es ist nicht ganz uninteressant, die Verhandlungen der Berliner Gesellschaft für Geburtshilfe und Gynäkologie jener Zeit durchzublättern, um aus ihnen zu erkennen, daß die Gynäkologie die Freiburger Röntgenerfahrungen ganz offen anzweifelte und ablehnte. Und doch haben sich die Ansichten der Krönigschen Klinik im Laufe der Jahre immer mehr durchgesetzt; die Röntgenbehandlung ist für die Behandlung der Myome und Metropathien fast überall zur Methode der Wahl geworden.

So klar Krönig schon damals diese Entwicklung der Dinge voraussah, so wenig begnügte er sich mit den erreichten klinischen Erfolgen, die an sich einen gewissen Abschluß in der ganzen Frage bedeuteten. Stillstand war für ihn stets gleichbedeutend mit Rückschritt. So gönnte er sich auch jetzt noch keine Ruhe. Wie immer bestrebt, den Dingen

auf den Grund zu gehen, richtete er in seiner Klinik ein mit allen modernen Mitteln ausgerüstetes physikalisches Röntgenlaboratorium ein, in dem er gemeinsam mit seinen physikalischen Mitarbeiter Dr. Friedrich emsig forschte und arbeitete. Es war erstaunlich zu sehen, mit welch jugendlicher Elastizität er sich auf die dem Kliniker so fern liegende rein physikalische Seite der Frage stürzte, mit wie heißem Bemühen er in die dem menschlichen Geist noch verhüllten Naturgeheimnisse einzudringen bestrebt war. Da er auf dem Standpunkt stand, daß eine wirklich befriedigende Technik für die gynäkologische Strahlentherapie erst dann gefunden sei, wenn es gelänge, die zur Heilung des Leidens erforderliche Dosis exakt festzulegen, so erstrebte er in erster Linie eine möglichst einfache Applikationsweise der Strahlen in möglichst einer Sitzung, um damit das uns noch unbekannte Gesetz der verzettelten Dosis bei der kritischen Bewertung der Resultate auszuschalten. Ein weiteres Erfordernis sah er in einer ausreichend genauen Dosimetrie. Das bedingte die Verwendung eines Dosimeters, mit dem man sowohl die Dosis in einwandfreier Weise messen als auch eine vergleichende Messung verschiedener Strahlenhärten ausführen konnte. Die Forderung einer ausreichend genauen Dosimetrie verlangte aber zugleich auch die Verwendung möglichst nur eines einzigen Bestrahlungsfeldes, da die Festlegung des wirklichen Wertes der sich summierenden Strahlenwirkung bei der Anwendung mehrerer Einfallpforten unendlich erschwert, wenn nicht ganz unmöglich wird. Es war nur eine logische Folge seiner Überlegungen, wenn er im weiteren Verlaufe seiner Forschungen zu einer noch stärker gefilterten Strahlung und zu einem vergrößerten Fokushautabstand überging. Unter Anwendung dieser neu orientierten Bestrahlungstechnik gelang es, an einem im Körperinneren plazierten geaichten Iontiquantimeter die an Ort und Stelle applizierte Strahlendosis mit ausreichender Genauigkeit festzulegen, sodaß man in der Folge von einer bestimmten, natürlich individuell schwankenden, Amenorrhoe herbeiführenden Ovarialdosis sprechen konnte. Krönig war sich völlig darüber klar, daß mit Festlegung der zur Heilung nötigen Dosis nur ein, wenn auch sehr wesentlicher, Teil des Zieles erreicht sei, und daß es eine Aufgabe weiterer Forschungen sein müsse, eine Behandlungsmethode zu finden, mit der die gewünschte Dosis in einer klinisch voll wirksamen und doch ausreichend schonenden Art appliziert werden könne.

Nichts lag näher, als alle diese Gedankengänge auch gegen die Geißel den Menschheit, den Krebs, anzuwenden. Das hat, wie viele andere, auch Krönig getan. Was ihn aber vor jenen besonders auszeichnete, das war das unerschütterliche Zielbewußtsein und die unendliche Begeisterungsfähigkeit, mit der er diese Frage angriff und durchführte, Eigenschaften, die als eine unbedingt nötige Voraussetzung des Erfolges gelten mußten,

wollte er alle die schweren Enttäuschungen auf diesem dreimal mühevollen Arbeitsgebiet überdauern. Krönigs erste Versuche, das Karzinom durch Röntgenstrahlen zu heilen, betrafen völlig inoperable, hoffnungslose Fälle, bei denen die Vaginalbestrahlung lediglich als Palliativmittel gedacht war. Die dabei beobachteten auffälligen Besserungen ermutigten ihn, auf dem einmal beschrittenen Wege weiter zu forschen. Er glaubte, daraus erkennen zu dürfen, daß er im Prinzip auf dem richtigen Wege sei, während er aus den späteren Rezidiven und Verschlechterungen des Krankheitsbefundes lediglich die Tatsache ableitete, daß die ihm zur Verfügung stehenden Kampfmittel noch unzureichend seien.

Die gynäkologische Krebsbehandlung trat in eine neue Phase, als die wunderbaren Heilwirkungen des Radiums beim Hautkarzinom bekannt wurden. Mein damals Krönig gemachter Vorschlag, die für die Röntgenstrahlen festgelegten Grundsätze der Tiefentherapie auch auf die Behandlung mit Radium und Mesothorium zu übertragen und dadurch eine Radiumtiefentherapie anzuwenden, wo man bisher nur eine Radiumoberflächentherapie getrieben hatte, fiel bei ihm auf fruchtbaren Boden. Ich mußte mich sofort an den in Paris und London bestehenden Radiuminstituten über das bisher Erreichte persönlich orientieren und konnte, selbst von glühendster Begeisterung für diese neue, entwicklungsreiche Perspektive, die deutsche Industrie so nachhaltig für unseren Gedankengang interessieren, daß der Klinik binnen kurzer Zeit eine ganz beträchtliche Menge strahlender Substanz zur Verfügung stand. In welch großzügiger Weise Krönig diese reichen Mittel der medizinischen Wissenschaft und zugleich der leidenden Menschheit nutzbar gemacht hat, zeigen am besten seine aus jener Zeit stammenden Arbeiten. Die dann plötzlich einsetzende Springflut einer Radiumtherapie des Karzinoms, die Krönig als schwere Beeinträchtigung einer ruhigen und exakten wissenschaftlichen Forschungsarbeit ansah, hat ihn nicht aus der Fassung gebracht. Als die zu hoch gespannten Erwartungen aller derer, die zum Teil mit unzureichenden Mitteln und noch ohne exakte Grundlagen hochgesteckte Ziele erreichen wollten, die Ernüchterung folgte, arbeitete er trotz aller Schwierigkeiten auf diesem seinem Lieblingsgebiete weiter, voll festen Vertrauens, daß es irgendeinmal gelingen müsse, eine exakte physikalische Grundlage für die Tiefentherapie zu schaffen, wo bisher nur klinische Empirie die Behandlungsregeln diktiert hatte. Das hinderte ihn nicht, die bisherigen Ergebnisse seiner Forschungen dem ihm zufließenden reichlichen Krankenmaterial schon weitgehend nutzbar zu machen, sodaß Laboratoriumsarbeit und klinische Therapie stets in reger Wechselwirkung standen und dadurch gegenseitig von einander profitierten.

Wenn Krönig mit dem Fortschreiten seines physikalischen Erkennens

die Indikationsgrenze für die Strahlenbehandlung des Karzinoms allmählich immer weiter steckte, so tat er das nicht nur auf Grund seiner physikalisch-experimentellen Erfahrungen, sondern zugleich in der Überzeugung, daß man in der Frage der Krebsheilung nicht weiter kommen könne, wenn man von vornherein nur völlig aussichtslose Krankheitsfälle bestrahlte. Daß man darum die operative Behandlung der operablen Karzinome zu Gunsten der Strahlentherapie ganz verwerfen dürfe, hat er vielleicht einmal für spätere Zeiten erhofft, für die Jetztzeit aber mit Rücksicht auf die noch in den Kinderschuhen steckende Behandlungstechnik nur da vertreten, wo es in ausnahmsweise günstig liegenden Fällen, wie bei dem Mammakarzinom, möglich war, Stand und Tendenz der Erkrankung während der Bestrahlungstherapie dauernd zu kontrollieren. Wer Krönigs Operationsfreudigkeit kannte, wird ermessen können, wie schwer es dem Meister der operativen Technik fiel, die Indikation zur chirurgischen Therapie des Karzinoms einzuengen, nachdem gerade er einer derer gewesen war, die einen sehr hohen, wenn nicht den höchsten Operabilitätsprozent beim Karzinom zu verzeichnen hatte. Praktisch war er bis zuletzt bestrebt, eine beiden Behandlungsmethoden gerecht werdende Politik zu treiben, indem er die Fälle nach sorgfältig getroffener Auswahl teils bestrahlte, teils operierte. So glaubte er der Pflicht, mit dem ihm anvertrauten Pfund zu wuchern, am ehesten gerecht werden zu können. Wenngleich es Krönig nicht vergönnt gewesen ist, die praktischen Ergebnisse seiner Krebsforschungen noch selbst zu erleben, so hat doch ein wichtiger von ihm vertretener Leitsatz schon zu seinen Lebzeiten allgemeine Anerkennung gefunden: daß der Operation eines malignen Tumors unter allen Umständen eine prophylaktische Nachbestrahlung der Operationsstelle und der regionären Drüsengebiete folgen müsse, wenn man die Gefahr eines postoperativen Rezidivs auf ein Minimum herunterdrücken will. Das bedeutet zwar vorläufig nur einen bescheidenen Fortschritt. Aber es hat nach den in der neuesten Literatur vorliegenden Arbeiten fast den Anschein, als hätten sich Krönigs stille Hoffnungen seitdem ihrer Erfüllung schon weiter genähert; die Stimmen derer, die es nicht mehr als Kunstfehler ansehen, ein operables Karzinom von vornherein der Strahlenbehandlung zuzuführen, sind allmählich zahlreicher geworden. Das wird, wenn nicht alle Zeichen trügen, bald noch mehr der Fall sein, wenn Krönigs reiche Erfahrungen erst praktisch zum Allgemeingut geworden sind, die jetzt noch als ungehobener Schatz in dem Werke ruhen, an dem er in gemeinsamer Arbeit mit seinem physikalischen Assistenten Friedrich bis zum letzten Tage seines schmerzensreichen Krankenlagers schuf, voll heißen Bemühens, die Ernte seines rastlosen Schaffens und Strebens unter Dach zu bringen, ehe das tückische Leiden ihm Halt gebot. Da das in-

zwischen als drittes Sonderheft dieser Zeitschrift erschienene Buch nicht nur als charakteristisch für die Forschungsart Krönigs, sondern auch als bedeutungsvoll für die Weiterentwicklung der Strahlenbehandlung angesehen werden muß, so erscheint es angebracht, an dieser Stelle kurz auf seinen Gedankengang einzugehen.

Das Buch verdankt seine Entstehung im Letzten der von Krönig immer wieder besonders schmerzlich empfundenen Tatsache, daß wir gerade auf dem Gebiete der Strahlentherapie, mehr noch als in der übrigen Medizin, auf ein rein empirisch-klinisches Arbeiten angewiesen sind. Die oft gemachte Beobachtung, daß ein und dieselbe Behandlungsweise, bei verschiedenen Patienten angewendet, ceteris paribus durchaus verschieden wirken kann, hat den ihm eigenen Optimismus, mit dem er trotz aller Enttäuschungen immer wieder an das Problem der Krebsheilung heranging, mehr als einmal schwer erschüttert. Er leitete trotzdem aus diesen Erfahrungen lediglich den Schluß ab, daß man einen einigermaßen sicheren Heilerfolg nur dann erwarten könne, wenn man sich von Grund aus über die in Betracht kommenden physikalischen und biologischen Verhältnisse zu orientieren suchte, um wenn möglich Gesetzmäßigkeiten zu erkennen, die für die Behandlungspraxis anwendbar erschienen.

Zunächst erachtete es Krönig als unbedingt notwendig, eine Dosimetrie anzuwenden, die von den oft erörterten Mängeln der bisher üblichen Meßmethoden frei war. Der Ausarbeitung eines solchen Dosimeterverfahrens ist der erste Teil des Buches gewidmet, der sich mit den physikalischen Grundlagen der Strahlentherapie befaßt. Er zerfällt nach den einleitenden Ausführungen des Buches in drei Hauptteile. Im ersten allgemeinen Teile sind die Untersuchungen mitgeteilt, die sich damit befassen, ob die hauptsächlichsten, im Handel befindlichen Dosimeter im Prinzip den Anforderungen genügen, die an eine einwandfreie Dosierung der Röntgen- und Gammastrahlen für biologische Zwecke gestellt werden müssen, besonders auch in der Hinsicht, ob diese eine vergleichende Dosierung verschieden harter Strahlen gestatten.

Im zweiten, speziellen Teile, sind die Dosimeter auf die Fehler und Nachteile ihrer Meßmethoden geprüft, und es ist ein Instrumentarium angegeben worden, das für die Untersuchung aller für die Strahlentherapie in Betracht kommenden Fragen geeignet erschien. An die Beschreibung dieses Instrumentariums ist ein Vorschlag für eine Einheit der Dosis, sowie die Beschreibung einer Methode, die Skala des Dosimeters nach dieser Größe zu aichen, angegliedert.

Hieran schließt sich ein dritter Teil an, der den Einfluß der Sekundärstrahlung auf die Dosis behandelt.

Die große Bedeutung der Sekundärstrahlung des durchstrahlten

Gewebes für die Dosis ist bisher zweifellos viel zu wenig bewertet worden. Nach den Untersuchungen, die teils am Lebenden, teils an einem besonders dafür konstruierten Wasserphantom angestellt wurden, geht es nicht an, eine Tiefendosis nur aus der Dispersion und Absorption der Strahlung zu berechnen, ohne damit die im Wesentlichen von der Größe des Bestrahlungsfeldes abhängige Sekundärstrahlung zu berücksichtigen. So würde man z. B. bei einem quadratischen Feld von 15 cm und bei einem Fokushautabstand von 50 cm die Dosis in einer Körpertiefe von 8 cm ca. 3mal zu klein errechnen. Durch die Untersuchungen ist ebenfalls der Nachweis erbracht worden, daß die Sekundärstrahlung auch auf die Applikationszeit einer bestimmten Dosis, sowie auf den Dosenquotienten und die Verteilung der Dosis innerhalb und außerhalb des Bestahlungsfeldes eines wesentlichen Einfluß haben kann.

Im zweiten Teil des Buches ist sodann mit Hilfe der als brauchbar befundenen Dosimetermethode versucht worden, Gesetzmäßigkeiten zu finden, die bei der Einwirkung von Röntgenstrahlen und Strahlen von radioaktiven Substanzen auf biologische Objekte bestehen.

Bei den äußerst kompliziert liegenden Verhältnissen des menschlichen Organismus erschien es nötig, diese Untersuchungen erst bei niedrigen tierischen und pflanzlichen Organismen festzulegen, um dann erst zu sehen, ob sich die Resultate auch auf den Menschen übertragen lassen. Die Prüfung der Fragen hat bei den untersuchten Testobjekten, übereinstimmend mit den Untersuchungen an den verschiedenen Gewebsarten des menschlichen Körpers, ergeben, daß sich in der Tat Gesetzmäßigkeiten feststellen lassen.

Es wird z. B. gezeigt, daß die Stärke der biologischen Wirkung bei gleicher Dosis unabhängig ist von der Härte der Strahlung; die von anderer Seite festgestellte Abhängigkeit der Stärke der biologischen Wirkung von der Strahlenhärte erklärt sich, wie vergleichende Versuchsreihen deutlich zeigen, aus den schon im physikalischen Teil besprochenen Fehlern der jeweils angewendeten Dosimeterverfahren.

Weiterhin hat sich gezeigt, daß ein dem Schwarzschildschen Gesetz der Physik entsprechendes Gesetz in der Biologie besteht: es ist nicht gleichgültig für die Stärke der biologischen Wirkung einer bestimmten Strahlendosis, ob sie in kurzer Zeit bei großer Intensität der Strahlung oder in langer Zeit bei kleiner Intensität der Strahlung verabfolgt wird; die mit größerer Intensität applizierte Dosis erweist sich biologisch als stärker wirksam.

Auch für die Verzettelung einer Dosis läßt sich ein Gesetz aufstellen, nach der eine Dosis, die in einer einzigen Sitzung appliziert ist, biologisch stärker wirkt als dieselbe Dosis, wenn sie in mehreren Einzelsitzungen verabfolgt wird.

Endlich wird noch die Stärke der biologischen Wirkung in gesetzmäßiger

Weise durch Faktoren wie Sekundärstrahlung, Diathermie, Wärme usw. beeinflußt, wie aus dem diesen Fragen gewidmeten Kapitel zu erkennen ist.

Im Anschluß an diese Untersuchungen wird die Abhängigkeit der biologischen Wirkung von der Gewebsart (Sensibilitätsquotient) eingehend erörtert. Analog dem allgemein gebrauchten Begriff der Erythemdosis wurde der neue Begriff einer Ovarial- und einer Karzinomdosis geschaffen, der Dosis, die, am Ort der gewollten Wirkung gemessen, im Mittel eben eine Amenorrhoe, bzw. eine deutlich sicht- und tastbare Verkleinerung des Karzinoms hervorruft. Die Festlegung dieser neuen Begriffe erschien in gleicher Weise gerechtfertigt wie der Begriff der Erythemdosis, da das angewandte Dosimeterverfahren es gestattet, die Dosis hier wie dort am Ort der gewollten Wirkung zu messen. Während in den dem Buche vorhergehenden kurzen Mitteilungen über die Ovarial- bzw. Karzinomdosis für Mammakarzinome noch keine absolute Zahl für die nötige Dosis angegeben werden konnte, sondern nur der Sensibilitätsquotient festgelegt wurde (das heißt der Quotient aus der Hautdosis und der Ovarial- bzw. Karzinomdosis), so sind setzt die Dosen auf Grund der im ersten Teil vorgeschlagenen Einheit der Dosis in elektrostatischen Einheiten (e) angegeben: für die Hautdosis sind 170 e, für die Ovarialdosis 33 e, für die Karzinomdosis 150 e gefunden worden. Bei der Festlegung der Karzinomdosis wird übrigens ausdrücklich auf die Schwierigkeiten aufmerksam gemacht, die sich einer Verallgemeinerung dieses Begriffes entgegenstellen; so spielt der Allgemeinzustand des Patienten, die Dicke des durchstrahlten über dem Karzinom gelegenen Gewebes und die in Abhängigkeit davon mehr oder weniger stark nach der Bestrahlung auftretenden Blutveränderungen eine nicht unwichtige Rolle.

In einem Schlußkapitel ist endlich die Abhängigkeit der Stärke der biologischen Wirkung bei gleicher Dosis vom Individuum eingehend besprochen. Wenngleich individuelle Schwankungen der Empfindlichkeit bis über 100% vorkommen können (es scheinen z. B. krebskachektische Personen oft unempfindlich, Frauen mit sogenanntem Tizianteint überempfindlich zu sein), so ist es nach den vorliegenden Erfahrungen doch berechtigt, von einer mittleren Haut-, Ovarial- und Karzinomdosis zu sprechen.

Übersehen wir diese, der letzten Schaffenszeit Krönigs entstammende Arbeit, so läßt sich wohl schon jetzt sagen, daß von ihr eine große Einwirkung auf die Bestrahlungstechnik ausgehen wird. Wir sind dem Ziele einer sich auf exakten Grundlagen aufbauenden Behandlungsmethode wesentlich näher gekommen. Wie es Krönig zu danken ist, daß der Gynäkologie durch die Erschließung ihrer Grenzgebiete neue Entwicklungsmöglichkeiten erwachsen sind, so muß es auch als sein eigenstes Verdienst angesehen werden, daß er als einer der ersten die Notwendigkeit klar er-

kannte, für die Erforschung der strahlentherapeutischen Probleme den Physiker vom Fach heranzuziehen. Er hat damit der Weiterentwicklung der Strahlenbehandlung im allgemeinen und der Krebsforschung im besonderen einen neuen Weg gewiesen, an dessen Ausbau er trotz Krieg und Krankheit rastlos mitgearbeitet hat. Nun ist seinem Denken und Schaffen ein Ziel gesetzt. Der Genius senkte die Fackel. In Wehmut und Bewunderung stehen wir am Grabe des Meisters und bringen ihm dankbaren und treuen Herzens unseren letzten Gruß dar. **(Gauß.)**

Verzeichnis der strahlentherapeutischen Arbeiten von B. Krönig.

Mit Gauß, Wie weit wird durch die Röntgenbehandlung unsere operative Therapie bei Uterusblutungen und Myomen beeinflußt? Mün. med. Woch. 1910, Nr. 20. — Mit Gauß, Operationskastration oder Röntgenbehandlung der Myome? Mün. med. Woch. 1912, Nr, 14. — Zur Technik der Strahlenbehandlung. VI. Intern. Kongr. f. Gebh. u. Gyn., Berlin, 9.—13. September 1912. — Mit Gauß, Die Strahlentherapie in der Gynäkologie, Röntgen- oder Radiumtherapie? Zbl. f. Gyn. 1913, Nr. 5. — Mit Gauß, Die operationslose Behandlung des Krebses. XV. Kongr. d. deutsch. Ges. f. Gyn., Halle 1913. — Mit Aschoff und Gauß, Zur Frage der Beeinflußbarkeit tiefliegender Krebse durch strahlende Energie. Mün. med. Woch. 1913, Nr. 7/8. — Mit Gauß, Die Behandlung des Krebses mit Röntgenlicht und Mesothorium. Dt. med. Woch. 1913, Nr. 26. — Röntgen- und Radiumtherapie in der Gynäkologie. XVII. Intern. mediz. Kongr. in London, August 1913, Bd. 3. — The Röntgen Rays, Radium and Mesothorium in the Treatment of Uterine Fibroids and malignant Tumors. Americ. Journal of obstetr. and diseases of women and children, 1914, 2. — The difference between the older and the newer treatments by X-rays and radium in gynecological diseases. Surg. gynecolog. and obstetr. 1914, 5. — Umfrage über die Bedeutung der Strahlentherapie für die Gynäkologie (von E. Runge). Med. Kl. 1914, Nr. 2. — Mit Gauß, Krinski, Lembcke, Wätjen und Königsberger, Weitere Erfahrungen bei der nichtoperativen Behandlung des Krebses. Mün. med. Woch. 1914, Nr. 15 u. 16. — Strahlenbehandlung bei gutartigen und bösartigen Geschwülsten. Deutsche Revue, April 1914. — Welche Schlußfolgerungen ergeben sich nach zwei Jahre zurückreichenden Beobachtungen von Karzinomkranken, die mit strahlender Energie behandelt sind? Med. Ges., Freiburg i. B., 3. Februar 1914. — Über die biologische Reichweite der Radium-, Mesothorium- und Röntgenstrahlen. Mün. med. Woch. 1914, Nr. 31. — Zur Verhütung von Nebenschädigungen bei der Behandlung tiefliegender und tiefgreifender Karzinome mit Radium und Mesothorium. Dt. med. Woch. 1915, Nr. 40. — Mit W. Friedrich, Die Strahlenbehandlung der Myome in einer einmaligen Sitzung. Mün. med. Woch. 1915, Nr. 49. — Grenzverschiebungen zwischen operativer und nichtoperativer Behandlung in der Geburtshilfe und Gynäkologie. Mon. f. Geb. u. Gyn. 1916, Bd. 43, H. 4. — Mit W. Friedrich, Die Strahlenbehandlung des Brustkrebses in einer einmaligen Sitzung. Festlegung der Karzinomdosis. Mün. med. Woch. 1916, Nr. 41. — Die physikalischen und biologischen Grundlagen der Strahlentherapie. (Urban & Schwarzenberg, Berlin u. Wien 1918. III. Sonderband zur „Strahlentherapie".)

Die praktische Dosimetrie der Röntgenstrahlen[1]).

Von

L. Küpferle und **J. E. Lilienfeld.**

(Mit 7 Abbildungen.)

(Eingegangen im Januar 1918.)

I. Teil.

Allgemeine Grundlagen der Dosimetrie.

a) Begriffliche Festlegung.

1. Definition des Dosisbegriffs. Der Festsetzung einer praktisch anwendbaren Dosierungsmethode für die Röntgentherapie muß unbedingt eine Definition dessen vorangehen, was unter dem Worte Dosis zu verstehen ist. Zu allererst dürfte es ohne weiteres einleuchten, daß der Dosisbegriff nicht mit dem Begriffe der Flächenenergie zusammenhängt, d. h. mit derjenigen Energiegröße, die von der Strahlenquelle durch die Einheit eines Querschnittes in einem absolut nichtabsorbierenden Medium hindurchgestrahlt wird, sondern mit derjenigen Energie, die im weitesten Sinne dieses Wortes vom Körper aufgenommen wird. Diese Festsetzung lehnt sich durchaus an den pharmakologischen Sprachgebrauch an, bei dem ja der Dosisbegriff ebenfalls von der dem Körper zugeführten Gewichtsmenge des Arzneimittels ausgeht. Daß der Dosisbegriff nicht auf die Flächenenergie basiert werden darf, sieht man auch ohne weiteres daraus, daß die Dosis unter anderem auch von dem Härtegrade der Strahlung abhängig ist, während die Flächenenergie gleich dem Produkt aus Intensität und Bestrahlungszeit ist und demnach eine vom Härtegrade unabhängige Größe darstellt.

Ist demnach die Dosis als Funktion der vom Körper aufgenommenen Energie erkannt, so muß man sich andererseits darüber klar werden, daß sie mit dieser Energie durchaus nicht identisch ist[2]). Eine solche Fest-

---

[1]) Vgl. den „Sitzungsbericht" in dieser Zeitschrift, Band VIII, Heft 2, S. 733. Jahrgang 1918. Ferner empfehlen wir für eilige Leser die knappere Darstellung in der Münch med. Woch. 1918, Nr. 16, S. 425ff.

[2]) Wir müssen die Ansicht vertreten, daß es gegen den zweckmäßigen Sprachgebrauch verstößt, die von der Volumeneinheit des Körpergewebes aufgenommene Energie „physikalische Dosis" zu nennen. Die Physik kennt keine Dosis und die Medizin kennt nur den Dosisbegriff mit Hinblick auf die biologische Wirkung.

legung würde mit der pharmakologischen Begriffsbestimmung der Dosis im krassen Widerspruche stehen.

Unter Dosis im pharmakologischen Sinne verstehen wir vielmehr diejenige Menge eines Pharmakons von bestimmter bekannter Zusammensetzung, die, in den Körper eingeführt, einen bestimmten Effekt erzielt. Diese Menge des Pharmakons steht im umgekehrten Verhältnis zu seiner spezifischen Wirkungsintensität und im direkten Verhältnis zur Größe der angestrebten Wirkung; für die therapeutische Beurteilung nimmt die Wirkung im Erfolgsorgane im Vordergrunde den überragend ersten Platz ein sämtlichen etwa eintretenden Nebenwirkungen gegenüber. Insofern kümmert sich der Therapeut nicht darum, und er kann sich im praktischen Falle auch gar nicht darum kümmern, wieviel von dem wirksamen Agens direkt das Erfolgsorgan erreicht und dort seine Wirkung ausübt, wieviel indirekt durch die allgemeine Beeinflussung des Körpers wirksam wird; auch nicht darum, ob und wieviel von dem Agens erst im Körper chemisch abgebaut wird, so daß nachher gewissermaßen erst ein Sekundärprodukt im Erfolgsorgane wirksam wird; er kann sich bei der Festlegung der Dosis auch nicht darum kümmern, welcher Teil davon etwa Nebenwirkungen erzeugt. Allerdings dürfen die Nebenwirkungen nicht über ein gewisses Maß ansteigen (vgl. z. B. S. 12, Fußnote). Was er weiß und was er für die praktische Anwendung von Arzneimitteln unbedingt wissen muß, ist lediglich das, daß von einer gegebenen, in den Körper eingeführten Menge eines bekannten Mittels eine bestimmte Wirkung am Erfolgsorgane erzielt wird.

Alle anderen Fragen mögen wissenschaftlich vom höchsten Interesse sein, die alltägliche praktische Anwendung kann auf ihre Diskussion keine Rücksicht nehmen.

Die Kenntnis der bestimmten Wirkung am Erfolgsorgane gründet sich bei der Arzneikunde auf Versuche am Tiere und auf klinische Beobachtungen am erkrankten Organismus. Die Größe der Reaktion am Erfolgsorgane wird aber bei derselben Menge des Arzneimittels auch darnach verschieden ausfallen, wie groß die Reaktionsfähigkeit des Organismus ist.

Werden alle diese Umstände berücksichtigt, so sieht man, daß der Begriff der Dosis durch den Bruch gegeben wird:

$$\frac{\text{dem Erfolgsorgan zugeführte Menge des Pharmakons}}{\text{Intensität der biologischen Wirkung der Gewichtseinheit des Pharmakons}},$$

wobei der Nenner sowohl Funktion der chemischen Beschaffenheit des Pharmakons als auch der Reaktionsfähigkeit des Erfolgsorganes ist.

In gleicher Weise wird die Festsetzung für die Röntgenstrahlendosis

getroffen, indem an Stelle der Gewichtseinheit die dem Körper zugeführte Energiemenge gesetzt wird, woraus sich also für die Röntgendosis die Definition ergibt:

$$\frac{\text{dem Erfolgsorgan zugeführte Röntgenstrahlenenergie}}{\text{Intensität der biologischen Wirkung der Energieeinheit}}.$$

Dabei ist — ähnlich wie beim Pharmakon — die im Nenner stehende Größe sowohl von der Strahlenhärte als auch von der Radiosensibilität des Erfolgsorganes abhängig. Ferner wird stillschweigend vorausgesetzt, daß die Wirkung der Röntgenstrahlen unter allen Umständen der Energie der aufgenommenen Strahlung proportional ist (vgl. dagegen S. 41 ff.), ohne Rücksicht darauf, ob diese Energie in einer kurzen oder einer langen Zeit dem Erfolgsorgan zugeführt wird.

Diese letztere Annahme ist nicht unbedingt richtig, mag aber für die in den landläufigen Röntgenbetrieben vorkommenden Strahlungsenergien zunächst als gültig vorausgesetzt werden. Genau so, wie bei dem Pharmakon, wird man sich auch hier zunächst nicht darum kümmern können, wieviel — zweckmäßige Einschränkung des Bestrahlungsfeldes vorausgesetzt — von der wirksamen Strahlung selbst das Erfolgsorgan erreicht und dort seine Wirkung ausübt, wieviel indirekt durch allgemeine Beeinflussung des Körpers zur Wirkung kommt; auch nicht darum, ob und wieviel von der Strahlung erst im Körper physikalisch verändert wird, so daß sie erst nach einer Transformation in der Form von Sekundärstrahlen im Erfolgsorgane zur Wirksamkeit gelangt; ferner wird man sich bei der Festlegung der Dosis nicht darum kümmern, ob und welcher Teil der Strahlung irgendwelche Nebenwirkungen erzeugt, und wird die erstrebte Wirkung am Erfolgsorgane in den Vordergrund stellen[1]). Was der Praktiker unbedingt wissen muß, ist lediglich das, daß mit Hilfe einer dem Körper zugeführten Strahlenenergie eine bestimmte Wirkung am Erfolgsorgane erzielt wird. Ebenso wie bei der Pharmakologie mag weitergehenden Fragen das höchste wissenschaftliche Interesse innewohnen. Die alltägliche praktische Anwendung kann aber auf ihre Diskussion keine Rücksicht nehmen.

---

[1]) Allerdings kann es in einzelnen Fällen bei einer sehr energischen Dosierung vorkommen, daß eine allgemeine Reaktion im Körper hervorgerufen wird, die die Wirkung am Erfolgsorgane aufs äußerste beeinträchtigt. So z. B. wenn bei Bestrahlungen von Lungentuberkulose allzu zahlreiche Herde auf einmal der Strahlenwirkung ausgesetzt werden (großes Bestrahlungsfeld), wobei schwere toxische Erscheinungen ausgelöst werden können. Solche übermäßige Dosierung ist zu vermeiden und kann in das hier entwickelte System nicht eingereiht werden.

2. Die Unmöglichkeit, üblichen komplizierten Gedankengängen praktisch Rechnung zu tragen.

Die hier ausgeführte Parallele zwischen dem Arzneimittel und der Röntgenstrahlung liegt so nahe, daß man sich wundern muß, wieso auf dem Gebiete der Röntgentherapie das Bestreben die Lage beherrschen konnte, die verschiedenen Wirkungswege — die primären und sekundären Effekte — der Röntgenstrahlen auseinanderhalten, die vom Gewebe des Erfolgsorganes aufgenommenen Energiemengen eine jede einzeln für sich zahlenmäßig bewerten und eine quantitative Beziehung aufstellen zu wollen zwischen den einzelnen im Erfolgsorgane aufgenommenen Energien der Primärstrahlung sowie den verschiedenen Sekundäreffekten einerseits und der Wirkung jeder einzelnen Energie dieses ganzen Komplexes am Erfolgsorgane. Den genannten Bestrebungen entsprang z. B. der Versuch, die absolute Erythemdosis durch Anbringung von Strahlenmeßvorrichtungen an der Haut festzustellen, wobei allzuwenig betont wurde, daß selbst in diesem einfachsten Falle die Messung der absorbierten Strahlungsenergie prinzipiell nicht durchführbar ist. Denn die verschiedenen Sekundärstrahlungen, die von der unter der Haut liegenden Gewebeschicht auch nach der Oberfläche zu abgegeben werden, rufen in jeder Meßanordnung — sei es Kienböckstreifen, sei es eine kleine kapselartige Ionisationskammer — ganz unvergleichbare Wirkungen hervor, die nicht ohne weiteres, besonders nicht unter einer beliebigen, zufälligen Bewertung der Komponenten, mechanisch summiert werden dürfen. Noch viel weniger ist es durchführbar, auf die Einführung eines Instrumentes in die Körpertiefe den Begriff z. B. einer absoluten Ovarialdosis zu gründen.

Damit soll nicht etwa gesagt sein, daß auf den Begriff und die Feststellung der Erythemdosis im Verhältnis zu den jeweiligen Betriebsbedingungen verzichtet werden soll. Vielmehr ist die Feststellung der im obigen Sinne relativen Erythemdosis eine hochwichtige Forderung, jedoch nicht, um sie mit anderen Dosen vergleichen, sondern um Schädigungen der Haut aus dem Wege gehen zu können. Was demnach recht eigentlich beanstandet wird, ist das Bestreben, die an verschiedenartigen Erfolgsorganen auftretenden biologischen Wirkungen miteinander vergleichen zu wollen, indem man es anstrebt, die verabreichte Energie durch eine absolute Messung am Orte des Organes selbst zu messen. Durch dieses Bestreben ist an die Konstruktion des Meßapparates die, wie die geschichtliche Entwicklung zeigt, gegenwärtig unerfüllbar erscheinende Forderung gestellt worden, das Aufnahmeorgan des Meßapparates möglichst klein zu gestalten, woraus die Bevorzugung des Kienböckstreifens und möglichst kleingestalteter Ionisationskammern sich erklärt. Es läßt sich in der Literatur verfolgen, wie der Kienböckstreifen, der sich zuerst einer allgemeinen Beliebtheit erfreute, allmählich seines Ansehens entkleidet wurde,

als es sich herausstellte, daß er zum Teil wegen der ungünstig liegenden Eigenschwingung des Silbers und der damit zusammenhängenden selektiven Absorption zu falschen Meßergebnissen führte, zum Teil auf die verschiedenen Sekundäreffekte in ganz ungleicher Weise reagierte. Eine ähnliche Entwicklung hat gegenwärtig hinsichtlich der Ionisationskammer von geringeren Dimensionen eingesetzt. Es ist bekannt, daß eine solche Kammer stets verschiedenen Fehlerquellen großen Spielraum lassen wird. Ferner läßt sie, ähnlich wie der Kienböckstreifen, durchaus keine zweckentsprechende Bestimmung der verschiedenen Teileffekte zu, also keine im biologischen Sinne gerechte Beurteilung des Anteiles der Wirkungen, die von den Primärstrahlen, Streustrahlen, Sekundärstrahlen, den ausgelösten Elektronen herrühren. So sind Fälle denkbar, in denen das Instrument identische Angaben macht bei ganz verschiedenen Energievorgängen im Gewebe, also auch bei ganz verschiedenen biologischen Wirkungen.

Schließlich ist noch zu beachten, daß es durchaus nicht in allen Fällen möglich ist, das Meßorgan des Instrumentes an Stelle des biologischen Erfolgsorganes zu bringen (Magenkarzinom, Lungentuberkulose usw.).

3. Physikalisch einwandfreie Strahlungsmessung — einzige greifbare Grundlage der praktischen Dosimetrie.

Aus dem oben Dargestellten ist ersichtlich, wie die Bestrebungen, Messungen in der Körpertiefe vorzunehmen, zur Konstruktion und Anwendung von Anordnungen führten, bei denen die Möglichkeit einer physikalisch exakten Messung ausgeschlossen war. Ferner wie dieser Verzicht auf physikalische Korrektheit keinerlei anderweitige Vorteile brachte, vielmehr gerade durch ihn die ganze Meßmethodik auf die Bahn einer allseitigen Unsicherheit gelenkt wurde. Es ist demnach folgerichtig, die Rückkehr zu einer physikalisch einwandfreien Meßanordnung zu fordern, ohne zunächst auf ihre Anwendbarkeit in der Körpertiefe zu achten. Denn eine solche Meßanordnung würde zum mindesten die Möglichkeit gewährleisten, die qualitative Zusammensetzung der Strahlung festzustellen und ihre in einer dünnen Schicht aufgenommene Quantität einwandfrei bestimmen zu können; also zwei Vorteile, denen kein zurzeit bekanntes, kompendiös gebautes, direkt am Therapiestand anwendbares Meßinstrument in einwandfreier Weise genügt. Die Bestimmung der in der Körpertiefe verabreichten Dosis könnte dann offenbar auf Grund der sicheren Kenntnis der Beschaffenheit und der Intensität der benutzten primären Röntgenstrahlung aufgebaut werden. Dieser physikalisch gesicherte Unterbau ist aber ein bedeutender Gewinn der allseitigen Undefiniertheit anderer Meßmethoden gegenüber. Wird an ihm festgehalten, so ist nämlich wenigstens die Beschaffenheit des Medikamentes, d. h. die Härte der

Strahlung bekannt. Ferner kann eine einwandfreie Meßanordnung geschaffen werden, die ähnlich wie die Apothekerwage das Gewicht des Medikamentes, die Größe derjenigen Energie zu bestimmen gestattet, welche in der Zeiteinheit von einer dünnen Schicht in ihrer Ausdehnungseinheit aufgenommen wird.

Eine Möglichkeit, diese letztere Größe zu bestimmen, ist in der Messung der Ionisation eines nicht selektiv absorbierenden Gases gegeben[1]). Dabei wird vorausgesetzt, daß auch das Gewebe selbst nicht selektiv absorbiert. Das braucht nicht allgemein zuzutreffen, pflegt aber zurzeit allgemein angenommen zu werden. Meistens wird in Ermangelung einer genauen experimentellen Kenntnis die Absorption des Gewebes gleich derjenigen des Wassers gesetzt. Zu auffallenden Unstimmigkeiten scheint diese Annahme, die wir in Ermangelung eines Besseren im folgenden beibehalten, nicht geführt zu haben.

Diese kritische Bemerkung vorausgeschickt, ist es ohne weiteres möglich, mit Hilfe der Ionisationsmessung die in einer dünnen Schicht in ihrer Oberflächeneinheit für die Zeiteinheit aufgenommene Energie zu bestimmen, da diese Energie der Ionisation in einem nicht selektiv absorbierenden Gase einfach proportional ist[1]). Dabei hat die Ionisation des Gases in einer einwandfreien Anordnung vor sich zu gehen, die alle anderen Wirkungen als diejenigen der Primärstrahlung ausschaltet[2]). Dem Physiker ist es nämlich bekannt, daß es nicht möglich ist von den Streustrahlen etwas anderes als einen ganz unbestimmten Bruchteil zu erfassen. Damit ist natürlich nichts anzufangen, da dieser Bruchteil von Fall zu Fall sich ändert. Hingegen bietet die Kenntnis der Primärstrahlung eine allseitig feste Basis. Die nähere Ausführung dieser Dinge würde aber hier zu weit ins reine physikalische Gebiet führen.

Die Forderung einer homogenen Strahlung.

Im vorstehenden wurde dargelegt, daß an Hand physikalischer Messungen Qualität und Quantität der Röntgenstrahlenenergie zu bestimmen sind. Will man aber mit Hilfe dieser beiden durch eine korrekte Messung festgestellten Daten das geforderte Maß für die Wirkung in einer beliebigen Tiefe festsetzen, so stößt man zunächst auf die unabweisbare Forderung nach einer hinreichend homogenen Strahlung. Darunter wird in der Medizin

---

[1]) Vgl. Küpferle-Lilienfeld, Grundlagen tieftherapeutischer Anwendung von Röntgenstrahlen. Freiburg Juni 1917, bei Speyer & Kaerner. S 23—25, 50.

[2]) Vgl. „Grundlagen", S. 21. Ferner Lilienfeld, Verh. Deutsch. Physik. Ges., 20. Jahrgang (1918), Nr. 17, Kapitel II. Schließlich Lilienfeld, Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen, XXV, S. 77 ff. (1917).

zur Zeit eine Strahlung verstanden, deren Halbwertschicht sich auf dem Wege durch die vorkommenden Gewebeschichten innerhalb der Meßfehlergrenzen leicht ändert.[1]) Diese auf die in der Medizin üblichen Meßgenauigkeit bezogene Definition enthält freilich keine hinreichende (wenn auch eine notwendige) Bedingung, falls an die Homogenität andere, höhere Ansprücke gestellt werden (vgl. S. 43 ff.). Die Forderung hinreichender Homogenität muß ohne Rücksicht auf den für die Bestimmung der Tiefendosis weiter einzuschlagenden Weg zunächst einmal erfüllt sein. Ihre Nichterfüllung würde Komplikationen herbeiführen, durch die die weiteren Schlüsse sich derartig verwickelt gestalten würden, daß eine Anwendung in der Alltagspraxis beinahe unmöglich würde, und zwar erstens aus meßtechnischen Gründen. Denn es ist nicht angängig, eine einwandfreie Definition der Härte[2]) einer Strahlung zu geben, die nicht homogen ist. Selbst die roheste praktisch brauchbare Definition, die auf der Feststellung der Halbwertschicht beruht, setzt eine praktisch homogene Strahlung voraus. Ferner ist es bei einer nicht hinreichend homogenen Strahlung außerordentlich umständlich, die in die Tiefe gelangende Energiemenge und Strahlenqualität zu bestimmen. Dieses führt aber zu der zweiten Ursache, deretwegen eine Homogenität gefordert werden muß, und das ist die klinische Anwendung der Tiefentherapie. Denn nur mit einer praktisch homogenen Strahlung kann die größtmöglichste Energie in die Tiefe gebracht werden, ohne eine übermäßige und an sich vermeidliche Schädigung der näherliegenden Gewebeschichten zu verursachen. Ferner ist es nur mit einer hinreichend homogenen Strahlung möglich — und das ist vielleicht das Wichtigste —, eine qualitativ definierte Wirkung zu erreichen. Denn nur eine gleichartige Strahlung bleibt auf dem Wege durch das Gewebe in ihrer Zusammensetzung unverändert und gewährleistet so einen der Beurteilung zugänglichen gleichmäßigen Erfolg.

Die Voraussetzung, daß nur mit der Absorptionsmessung gemäß homogenen Strahlen gearbeitet werde, ist durch die Entwicklung der Röntgentechnik erfüllbar geworden[3]), so daß nichts im Wege steht, sie bei allen hier folgenden Überlegungen als erfüllt zu betrachten. Und zwar nicht nur in dem Sinne, daß die in jedem Zeitpunkte von der Röhre ausgesandte Strahlung in diesem Zeitpunkte praktisch gleichartig ist, sondern auch, daß die an sich in jedem Augenblicke hinreichend gleichartige Strahlung sich von Augenblick zu Augenblick ihrer Qualität nach nicht ändert. Mit anderen Worten: Die für einen Bestrahlungsbetrieb unerläßliche Konstanz der Quelle praktisch homogener Strahlung, an deren

[1]) Vgl. „Grundlagen" (l. c.), S. 7—15.
[2]) Vgl. „Grundlagen" (l. c.), S. 49—50, 56.
[3]) Vgl. „Grundlagen" (l. c.), S. 27—44, 53 (3).

Abwesenheit die ältere Tiefentherapie so außerordentlich krankte, ist durch die moderne Entwicklung erfüllbar geworden dadurch, daß an Stelle der ursprünglichen gashaltigen Röhre immer mehr die Hochvakuumröntgenröhre tritt, in derjenigen Form, die ihr im Gegensatz zu Coolidge von Lilienfeld gegeben wurde.

5. Die Unmöglichkeit, den biologischen Effekt aus der physikalischen Bestimmung zu errechnen.

Homogene Strahlung als gegeben angenommen, können für die eigentliche Bestimmung der Tiefendosis zwei grundsätzlich verschiedene Wege beschritten werden. Der eine dieser Wege ist derjenige, die in einer beliebigen Körpertiefe von einer dünnen Schicht aufgenommene Energie ihrem absoluten Betrage nach zu errechnen. Dabei müßte man naturgemäß und unvermeidlicherweise diese Energie in ihre verschiedenen Teile spalten (Primärstrahlung, Streustrahlung, Fluoreszenzstrahlung, Elektronenstrahlung) und diese einzelnen Komponenten ihrer Intensität und biologischen Wirkung nach in Rechnung ziehen.

Es ist verschiedentlich versucht worden, diesen Weg zu beschreiten. Gerade diese Arbeiten haben aber, indem sie ungeachtet der zahlreichen in ihnen angestellten Berechnungen weder die physikalischen Größen noch die biologischen Wirkungen der einzelnen Vorgänge abzuschätzen lehrten, am klarsten erwiesen, daß wir zurzeit weit davon entfernt sind, vermittelst einer Berechnung das für die Alltagspraxis allseitig ersehnte Dosierungssystem aufzubauen[1]). Man muß sich also nach einem anderen Verfahren umsehen, das uns von einer Betrachtung der einzelnen verwickelten Vorgänge in der Körpertiefe entbinden würde. Allerdings kann nun, wenn auf diese verwickelten Vorgänge nicht mehr eingegangen wird, auch nicht mehr verlangt werden, daß die in einer dünnen, in der Körpertiefe gelegenen Schicht absorbierte gesamte Energiemenge in jedem Falle ihrem absoluten Betrage nach bekannt werde und als Grundlage der Dosierung diene. Die Kenntnis des absoluten Betrages dieser Energiemenge wird aber auch von keiner anderen Meßmethode geboten und ist, wie aus dem oben gegebenen Pharmakonbeispiele ersichtlich, für die Praxis belanglos.

Diese Überlegungen haben uns im Verfolge des in unseren „Grundlagen" gegebenen Ideenganges zur Ausarbeitung von Vorschlägen geführt, über die im folgenden berichtet wird.

---

[1]) Wir wissen uns da in Übereinstimmung mit Holzknecht (Jahr. f. ä. Fortb. 1917, Augusth., S. 89), der von einem hinderlichen mathematisch-physikalischen Stachelzaun und von starren physikalischen Ableitungen spricht, welche in überflüssiger Weise die Ärztewelt von der praktischen Verwendung der Arbeitsfrüchte trennen.

II. Teil.

b) Der praktische Vorschlag.

6. Bestimmung der Dosis bei gleicher Tiefenlage gleichartiger Zweckorgane.

Der praktische Vorschlag, der unseres Erachtens allein übrig zu bleiben scheint, ist der, die Intensität der in einer dünnen Gewebeschicht absorbierten **Primär**strahlung (also nicht die gesamte Energie) zum Maß des biologischen Effektes zu erheben. Er schließt an eine folgende, ohne weiteres einleuchtende Überlegung an. Wenn ich eine Strahlung von gegebener bekannter Härte und Intensität habe und ein Bestrahlungsfeld von bestimmter Größe anwende, so wird, gleiche Strahlungsintensität vorausgesetzt, bei einer fest gegebenen Entfernung von der Antikathode stets in der gleichen Körpertiefe die gleiche Energiemenge aufgenommen. Ferner ist bei verschiedenen Intensitäten einer homogenen Strahlung der nämlichen Härte die in der gleichen Körpertiefe aufgenommene Energie der Strahlungsintensität proportional, da dann nicht nur die in der Tiefe aufgenommene Primärstrahlung, sondern auch sämtliche Sekundäreffekte der Strahlungsintensität proportional sind. Dabei entspricht, wie leicht einzusehen, der mit der Strahlenintensität proportional zunehmenden absorbierten Energie unter den gemachten Annahmen (S. 12) eine mit der Strahlenintensität proportional zunehmende biologische Wirkung, gleiche Strahlenempfindlichkeit des bestrahlten Organs vorausgesetzt. Schließlich ist die Strahlenwirkung in verschiedenen Tiefen bei einer solchen Dosierungsmethode annähernd gleichartig; d. h. z. B.: verschiedene Gewebearten (Krebs, gesundes Gewebe) werden in gleicher Weise einander gegenüber bevorzugt. Diese Proportionalität und Gleichartigkeit der biologischen Wirkung in der Tiefe ist etwas, was bei der vorgeschlagenen Dosierungsmethode beinahe selbstverständlich ist, und man muß erst daran erinnert werden, daß keine andere Meßmethode diese einfache, unbedingt erforderliche Grundlage gewährleistet, um den Vorteil der vorgeschlagenen Festlegung der Strahlung ihrer Qualität und Quantität nach richtig würdigen zu können. Offenbar rührt dieser Vorteil daher, daß bei einer homogenen, physikalisch korrekt bestimmten Strahlung sämtliche sekundären Einwirkungen in der Tiefe, die sich nach der vorausgegangenen Darstellung der Erkenntnis vollständig entziehen, doch immer die gleichen bleiben. Und dieses ist schließlich für den Therapeuten die Hauptsache: daß bei einer bestimmten Angabe seines Instrumentes stets die nämliche bestimmte biologische Wirkung erzielt werde und daß diese biologische Wirkung ungefähr proportional den Angaben seines Instrumentes sei, wenn in der gleichen Tiefe gearbeitet wird; daß

sie gleichartig sei, wenn in verschiedenen Tiefen gearbeitet wird. Denn dann, und nur dann liefern die Angaben des Instrumentes ein Maß für die biologische Wirkung. Wenn aber die genannten Bedingungen erfüllt sind und das Maß gegeben, kann der praktische Therapeut ohne Schaden für seine Praxis darauf verzichten, die aufgenommene Energie ihrem absoluten Betrage und ihrer Verteilung auf die einzelnen Sekundäreffekte nach zu kennen.

7. Ausdehnung der Betrachtung auf verschiedene Tiefenlagen des nämlichen Zweckorganes.

Die obige Darlegung enthält eine Beschränkung, welche auf den ersten Blick eine praktische Anwendung nicht zuzulassen scheint. Nämlich, daß bisher nur Wirkungen in der gleichen Tiefe miteinander verglichen wurden, daß es also dem ersten Anscheine nach erforderlich ist, für verschiedene vorkommende Tiefen besondere Dosierungen empirisch auszuprobieren, da ja auf eine direkte Messung oder Berechnung der Wirkungen in verschiedenen Tiefen verzichtet werden mußte. Dieses wäre allerdings ein Umstand, dem erst entsprechende Voruntersuchungen zu widmen wären, bevor eine Umsetzung der Dosierungsmethode in die Praxis verwirklicht werden könnte; derartige Voruntersuchungen dürften aber so schwierig liegen, daß eine klinische Anwendung der ganzen Methode in weite Ferne hinausgerückt erscheinen würde.

8. Prinzipielle Beschränkung aller Vergleiche von Dosisbestimmungen auf gleichartige Zweckorgane.

Glücklicherweise liegen die Verhältnisse im praktischen Falle so, daß eine außerordentliche Vereinfachung zulässig ist. Um das einzusehen, ist zu bedenken, daß vorläufig kein Verlangen bestehen wird, Dosen miteinander zu vergleichen, die vollständig verschiedenartigen Organen und verschiedenen Gewebearten zugeführt werden. Es ist in der Tat zurzeit sehr fernliegend — schon wegen der verschiedenen Radiosensibilität verschiedener Organe —, im ärztlichen Betriebe die Dosen gegeneinander abzuwägen, die man etwa einem Ovarium, der Haut bei einer Hauterkrankung und der Lunge bei Lungentuberkulose zuführt. Eine Ausnahme bildet die Erythemdosis die aus rein klinischen Gründen (um Hautverbrennungen zu vermeiden) für jede Einstellung der Apparate bekannt sein muß. Sonst wird man aber — außer im Falle biologischen Forschungsinteresses — sich vielmehr darauf beschränken, Hautdosen untereinander, Ovarialdosen untereinander usw. zu vergleichen. Dadurch wird in allen miteinander zu vergleichenden Fällen der Nenner in dem die Dosisdefinition darstellenden Bruche der gleiche bleiben, und es erübrigt sich die Diskussion der Nennergröße in allen,

die praktische Dosimetrie betreffenden Fragen. Das ist ein bedeutender Gewinn, denn es besteht zurzeit keine Möglichkeit, diese Nennergröße klar zu definieren, geschweige denn sie zahlenmäßig anzugeben.

Behält man die obigen Tatsachen im Auge, dann ist es des ferneren leicht einzusehen, daß bei der Besprechung der Dosierungsfragen nur ein in der Praxis zu vernachlässigender Fehler begangen wird, wenn lediglich die von der Primärstrahlung dem Gewebe zugeführte Energie als Maß des biologischen Effektes festgesetzt wird. Dabei wird allerdings angenommen, daß Primärstrahlungsenergie und Sekundäreffekte für die Bestrahlung des nämlichen Organes selbst bei verschieden großen und starken Patienten mit hinreichender Annäherung als einander proportional gelten dürfen. Daß aber diese Annahme bei den praktisch vorkommenden Tiefenunterschieden ohne eine störende Abweichung von der wahren Sachlage die Verhältnisse bei verschiedenen Tiefenlagen des Erfolgsorganes richtig wiedergibt, ersieht man aus einer folgenden Betrachtung.

9. Dosierung bei verschiedener Tiefenlage gleichartiger Zweckorgane.

Es mögen z. B. zwei Ovarien vorliegen, die von verschieden starken Gewebeschichten umgeben sind. In der Abb. 1 ist diese Annahme schematisch wiedergegeben, indem die beiden Ovarien O übereinandergezeichnet sind. Dann ist die Begrenzung der Gewebeschicht des ersten Falles, also diejenige der schwachen Gewebeschicht, durch die Fläche I gegeben. Die Gewebeschicht des zweiten Falles, also die starke Gewebeschicht, sei durch eine Fläche II begrenzt, welche der Fläche I annähernd parallel verläuft. Die beiden gestrichelten, mit Pfeilen bezeichneten Geraden geben den ausgeblendeten Röntgenstrahlenkegel wieder, dem in beiden Fällen der gleiche Öffnungswinkel zukommen soll. Es wurde ferner, um die Überlegung zu vereinfachen, angenommen, daß in beiden Fällen die Milliampèrezahl in der Röhre so gewählt wird, daß, natürlich praktisch homogene Strahlung gleicher Härte in beiden Fällen vorausgesetzt, die von der Primärstrahlung dem Ovarium zugeführte Energiemenge die gleiche sei. Aus der Abbildung ist ohne weiteres ersichtlich, daß dann in dem Falle I die von den Sekundärstrahlungen dem Ova-

Abb. 1.

rium zugeführte Energiemenge (die neuerdings sogenannte „Zusatzdosis“) etwas geringer sein wird als in dem Falle II, und zwar geringer um den Betrag derjenigen Sekundärwirkungen, die in dem Falle II von den schraffierten Gewebepartien auf das Ovarium eingestrahlt werden. Daß dieser Betrag aber den anderen unvermeidlichen Fehlern gegenüber nicht schwer ins Gewicht fällt und vernachlässigt werden kann, folgt schon aus der bloßen Anschauung; das nämliche kann außerdem an Hand eines Versuches gezeigt werden, indem man in beiden Fällen, sowohl I wie II, an der mit P bezeichneten Stelle je eine photographische Platte die gleiche Zeit exponiert. Dabei ist die Lage der Platte so zu wählen, daß sie möglichst nahe am Ovarium und möglichst nahe am Strahlenkegel, aber außerhalb des letzteren belichtet wird. Der Unterschied der unter diesen Umständen in beiden Fällen ausschließlich von den Sekundärstrahlen herrührenden Schwärzung der Platte kommt dann gar nicht in Frage der Schwärzung einer Platte gegenüber, die gleich lange, direkt an der Stelle des Ovariums exponiert werden würde. Es ist beinahe selbstverständlich, daß als Beispiel I und II keine extrem liegenden Fälle, also nicht etwa ein äußerst starker und dann ein äußerst schwacher Patient herangezogen werden sollen. Man wird vielmehr von den Erfahrungen ausgehen, die an mittelstarken Personen gewonnen sind. Dann wird man diese Erfahrungen ohne weiteres nach beiden Seiten hin, sowohl auf stärkere als auf schwächere Patienten übertragen können, ohne einen die Erfolge merklich beeinflussenden Fehler zu begehen.

Aus dieser Betrachtung ist ersichtlich, daß mit der Bestimmung der dem Gewebe von der Primärstrahlung allein zugeführten Energiemenge für die Tieftherapie des nämlichen Organes bei verschiedenen Patienten tatsächlich auszukommen ist. Somit erübrigen sich alle Erörterungen über die dem allgemeinen Verständnis schwer zugängliche „Zusatzdosis“, ohne daß durch die Sekundäreffekte ein die praktische Anwendung störender Fehler bedingt würde. Man wird diesen Fehler um so leichteren Herzens vernachlässigen, als in Wirklichkeit die Messung der Tiefenlage des biologischen Erfolgsorganes unterhalb der Körperoberfläche an sich schon bedeutende unvermeidliche Abweichungen von einer absoluten Genauigkeit bei der Dosierung bedingt, angesichts deren das Streben nach absoluter Genauigkeit bei der Strahlenmessung ganz ungerechtfertigt wäre. Denn durch die Bestimmung der Tiefenlage ist die über dem biologischen Organ liegende Gewebeschicht durchaus nicht eindeutig gegeben. Je nachdem, ob die Strahlung Knochen, Weichteile oder gar, wie es bei der Lunge der Fall ist, Lufträume durchzustrahlen hat, wird bei der gleichen gemessenen Tiefe eine ganz verschiedene Strahlungsintensität unter sonst gleichen Bedingungen auf das zu bestrahlende Organ eindringen, wodurch

auch eine, ihrer Intensität nach ganz verschiedene biologische Wirkung bedingt sein wird. Auch wird die individuelle Radiosensibilität von Fall zu Fall nicht streng die gleiche bleiben. Demnach ist in gewissen Grenzen der Therapeut doch auf seine Erfahrung angewiesen, wie lange er selbst bei einer genau bekannten Härte und Intensität der Strahlung in einem bestimmten Falle zu bestrahlen hat. Die ärztliche Tätigkeit wird allerdings ganz außerordentlich durch den Umstand erleichtert, daß bisherigen Erfahrungen zufolge die Grenzen, zwischen denen die Röntgendosis und auch die Strahlenhärte im einzelnen Falle schwanken darf, ohne daß es sich am therapeutischen Erfolg schädlich bemerkbar machte, sehr viel weiter gezogen sind, als man von vornherein anzunehmen geneigt wäre (S. 41ff.), so daß auch aus diesem Grunde es nichte erforderlich erscheint, die Genauigkeit der Messungen über eine gewisse Grenze zu treiben. So wird der Arzt sich in Zweifelsfällen leicht helfen können. Er wird z. B. bei einem Karzinom lieber die Gefahr einer Überdosierung laufen, bei Lungentuberkulose lieber diejenige der Unterdosierung. Sicherlich wird es ihm aber gelingen, auf Grund der oben wiedergegebenen Überlegungen die Grenzen, innerhalb deren er die Beurteilung der Bestrahlungsdauer der empirischen Erfahrung zu überlassen hat, sehr weitgehend einzuschränken und schädliche Irrtümer auszuschließen.

10. Anwendung der Prinzipien auf den einzelnen praktischen Fall.

Die praktische Anwendung der auseinandergesetzten Prinzipien wird am besten unter Zuhilfenahme der Absorptionskurve der jeweilig benutzten homogenen Strahlung im Gewebe verwirklicht. Die Schätzung der Bestrahlungsdauer geschieht dann in der Praxis ohne weitere Überlegungen und Zeitverluste mit einem Blick auf die Kurve. Unseren obigen Festsetzungen zufolge ist nur die Primärstrahlung im Körper zu verfolgen und als Maß des biologischen Effektes zu benutzen, da wir angenommen haben, daß alle Sekundärwirkungen Hand in Hand mit dieser Primärwirkung gehen und ihr proportional sind. Die Absorptionskurve hat uns also diejenige Energie der Primärstrahlung abzulesen zu gestatten, welche von einer dünnen, in der gleichen Tiefe wie das zu behandelnde Erfolgsorgan gelegenen Schicht aufgenommen werden würde, falls die über dem Erfolgsorgan gelagerten Gewebemassen auf die Primärstrahlung lediglich absorbierend wirken, ohne die mehrmals genannten Sekundäreffekte entstehen zu lassen. Da die Strahlung unseren Festsetzungen zufolge innerhalb der Grenzen der Überlegung einer homogenen gleichkommt, ist diese absorbierte Intensität der Primärstrahlung in einer bestimmten Tiefe einfach aus dem Absorptionsdiagramm zu entnehmen, welches in der all-

gemein eingebürgerten Weise auf ein logarithmisches Raster eingetragen wird. Die Absorptionsfunktion einer derartig homogenen Strahlung ist auf einem solchen Diagramme bekanntlich durch eine Gerade dargestellt, die um so steiler verläuft, je härter die Strahlung ist. Im Diagramm der Abb. 2 ist horizontal die Intensität im logarithmischen Maßstab, vertikal die Dicke der dazu gehörenden durchstrahlten Gewebeschicht (Wasserschicht) eingetragen. Von dem Punkte der Nullachse der Absorptionsdicke ausgehend, welche die Intensität = 10 darstellt, ist eine Anzahl Gerader gezogen, die den Verlauf ebenso vieler homogener Primärstrahlungen von ebenso vielen verschiedenen Härtegraden im Gewebe darstellt. Die Einwirkung einer beliebigen Primärstrahlung in einer beliebigen Tiefe kann also direkt vom Diagramm abgelesen werden.

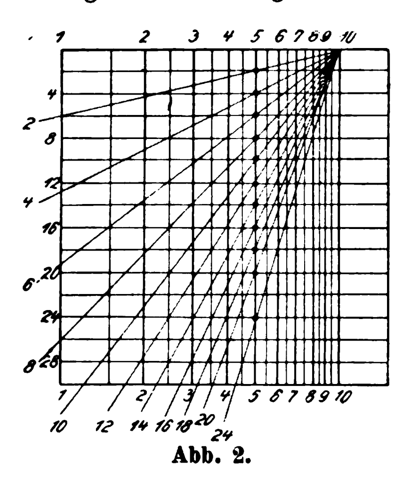


Abb. 2.

Die Art der Berechnung für einen bestimmten Fall sei hier an Hand eines Zahlenbeispiels vorgeführt. Zu allererst wird die Röhre in einer geeigneten Entfernung vom Patienten eingestellt und mit einem Maßstab zweierlei gemessen. Erstens die Entfernung des Erfolgsorganes vom Brennfleck ohne Rücksicht auf die darüber gelagerte Gewebeschicht. Diese Entfernung mag 45 cm betragen. Zweitens wird die Dicke der Gewebeschicht gemessen, die über dem Erfolgsorgan gelagert ist; diese Dicke der Schicht sei in unserem Beispiel 6 cm.

Nun wird diejenige Schaltung der Röhre bestimmt, mit der gearbeitet werden soll. Bei dieser Schaltung mag eine homogene Strahlung von 8 cm Halbwertschicht erzeugt werden, die in der Entfernung von 10 cm gemessen, eine Intensität von 22 Einheiten aufgewiesen haben mag.

Aus diesen Angaben sind zwei Größen zu berechnen. Die eine dieser Größen ist diejenige Strahlungsenergie, welche in einer dünnen Schicht des Erfolgsorganes zur Wirkung käme, wenn keine Gewebeschicht darübergebreitet wäre, also wenn das Erfolgsorgan in der gleichen Entfernung vom Brennfleck (45 cm), aber an der Oberfläche läge. Diese Intensität ist bekanntlich direkt proportional der in 10 cm Entfernung gemessenen Intensität, aber umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernungen, folglich

$$= \frac{10^2}{45^2} \cdot 22.$$

Die zweite der aus den Daten zu bestimmenden Größen ist direkt am Diagramm der Abb. 2 abzulesen. Es ist diejenige Zahl, welche auf der die angewandte Strahlung darstellenden, also in unserem Falle auf der mit 8 cm Halbwertschicht bezeichneten Geraden der in Frage kommenden Dicke der Gewebeschicht (6 cm) entspricht. Man liest in unserem Zahlenbeispiel demnach auf der mit 8 bezeichneten Geraden des Diagrammes Abb. 1 eine Intensität = 7 ab.

Die beiden so ermittelten Zahlen ergeben dann, miteinander multipliziert und durch 10 dividiert, diejenige Intensität der Primärstrahlung, welche von einer dünnen Schicht in der gegebenen Körpertiefe unter den gegebenen Verhältnissen, abgesehen von allen Sekundäreffekten, absorbiert wird. Also ist diese Intensität für das gewählte Zahlenbeispiel

$$= \frac{1}{10} \cdot \frac{10^2}{45^2} \cdot 22 \cdot 7 = 7{,}2.$$

Sie ist nach dem S. 28 Festgesetzten auf ganze Zahlen abzurunden, also = 7 anzugeben.

11. **Die durch praktische Einschränkungen bedingte Änderung des theoretischen Dosisbegriffs.** Wenn man auch mit der im obigen Zahlenbeispiele mitgeteilten Arbeitsweise praktisch überall glatt durchkommen dürfte, so mögen doch noch einige Worte gesagt werden über die rein theoretische Frage, wie in diesem Falle die Definition der biologischen Dosis, von welcher wir am Anfang des vorliegenden Kapitels ausgegangen waren, sich rein begrifflich darstellt. Es wurde S. 12 gesagt, daß diese biologische Dosis proportional ist dem Quotienten (vgl. dagegen S. 41 ff.)

$$\frac{\text{vom Gewebe aufgenommene Energie}}{\text{spezifische biologische Wirkung dieser Energie}}.$$

Nun ist soeben für die Tiefenbestrahlung bestimmt worden, daß als Maß der gesamten, vom Gewebe aufgenommenen Energie diejenige Energie gesetzt werden soll, die von der Primärstrahlung allein ohne Berücksichtigung der Sekundäreffekte dem Gewebe zugeführt wird. Dem ersten Anscheine nach wird die so gemessene Dosis allemal kleiner erscheinen, als wenn ohne die erwähnte Vernachlässigung gearbeitet worden wäre, weil infolge des Fortfalles der Sekundäreffekte der Zähler des Bruches zu klein wird. Wenn wir uns aber daran erinnern, daß unserer Festsetzung zufolge bis auf weiteres die Dosen nur in absolut gleichartigen Fällen miteinander verglichen werden dürfen, also nur Ovarialdosen untereinander, Hautdosen untereinander usw., so werden wir leicht einsehen, daß der obige Begriff der biologischen Dosis nichtsdestoweniger aufrecht zu erhalten

ist. Unter dieser Voraussetzung ist nämlich, wie eingehend auseinandergesetzt wurde, nicht nur der Primärstrahleneffekt, sondern es sind auch sämtliche Sekundärstrahleneffekte der Primärstrahlenenergie P proportional. Es sei die biologische Primärstrahlenwirkung $= a P$, und es seien dreierlei Sekundärstrahlenwirkungen S_1, S_2, S_3 vorhanden[1]).

Dann ist der Ausdruck für die Tatsache der Proportionalität der Primärwirkung und der Sekundärwirkung der folgende:

$$S_1 = a_1 P, \; S_2 = a_2 P, \; S_3 = a_3 P.$$

Die biologische Gesamtwirkung ist dann

$$\begin{aligned} &= a P + S_1 + S_2 + S_3 \\ &= a P + a_1 P + a_2 P + a_3 P \\ &= P \, (a + a_1 + a_2 + a_3). \end{aligned}$$

Demnach ist die biologische Gesamtwirkung der gemessenen Primärstrahlenenergie P proportional. Folglich besteht die Abweichung von der ursprünglichen Definition, wenn im Zähler statt der gesamten vom Gewebe aufgenommenen Energie nur P eingesetzt wird, in der Unterdrückung des konstanten Faktors

$$(a + a_1 + a_2 + a_3)$$

im Zähler, was gleichbedeutend ist mit der Division des Nenners durch diesen-Faktor. Da aber dem Wesen der hier entwickelten Vorschläge

[1]) Entsprechend den drei physikalischen Sekundärwirkungen: Streustrahlung, Eigenstrahlung, Elektronenstrahlung. Bei dieser Gelegenheit ist zu bemerken, daß den Ergebnissen physikalischer Forschungen zufolge aller Wahrscheinlichkeit nach der letztere Effekt, also die Auslösung von Elektronen durch Röntgenstrahlen, das letzte physikalische Glied der Transformationsreihe und der eigentlich biologisch wirksame Vorgang ist. In der Tat scheint alle Röntgenstrahlung erst dann wirksam zu werden, wenn ihre Energie transformiert ist in die Bewegungsenergie im Gewebe ausgelöster Elektronen. Wollte man also konsequent verfahren, so müßte die gesamte Strahlungsenergie, gleichgültig auf welchem Wege sie ins Gewebe gelangt, auch rechnerisch erst in die Energie der Bewegung der ausgelösten Elektronen überführt werden, und es könnte folgerichtigerweise erst dann an eine biologische Umwertung herangegangen werden. Das ist zurzeit praktisch noch nicht einmal in der Form einer ganz allgemeinen Andeutung ausführbar. Allenfalls erhellt aber daraus, daß eine Meßmethode, die darauf Anspruch erhebt, die Vorgänge am Erfolgsorgan zu erfassen, in erster Linie auf die Erfassung der Elektronenauslösung auszugehen hätte. In Wirklichkeit ist das bei den bekannten diesbezüglichen Meßanordnungen aber absolut nicht der Fall — die Elektronen verursachen z. B. bei den kleinen kapselförmigen Ionisationskammern, die man in die Körperhöhlen einzuführen pflegt, überhaupt keinen Effekt, da sie die Wände der Ionisationskammer nicht zu durchdringen vermögen. Auch in diesem Zusammenhange erscheint es also gerechtfertigt, von der Messung am Erfolgsorgane abzusehen und die Dosimetrie auf die Bestimmung der Primärstrahlung zu gründen.

nach eine Diskussion dieser Nennergröße sich überhaupt erübrigt (vgl. S. 19—20), ist auch diese ihre Division von keinem Einfluß auf die Meßmethodik.

Es sei aber wiederholt, daß die ganze vorausgegangene Erörterung für die Praxis ganz und gar nicht in Frage kommt. Denn, wie mehrmals aufs eindringlichste betont wurde, ändert der durch die scheinbare Nichtberücksichtigung der Sekundärstrahleneffekte entstehende Fehler nicht das geringste an der Proportionalität zwischen der gemessenen Primärstrahlenenergie und dem biologischen Effekt; deshalb ist dieser Fehler im praktischen Falle gar nicht zu erörtern.

Es ergibt sich also, daß auch aus allgemeinen Gesichtspunkten eine physikalisch korrekt bestimmte Primärstrahlungsenergie sehr wohl zum Maß für die gesamte Dosimetrie erhoben werden darf. Geht der Therapeut nach den angegebenen Messungs- und Berechnungsvorschriften vor, dann hat er nicht nur die Gewähr, stets eine qualitativ gleichartige, quantitativ gleiche Wirkung erzielen zu können. Er hat auch, was außerordentlich wichtig ist und bisher nicht möglich war, die Möglichkeit, seine Arbeitsweise derartig zu beschreiben, daß auf Grund seiner Erfahrungen andere Therapiestellen genau mit dem gleichen Erfolge in streng definierter Weise arbeiten können.

12. Tieftherapie mit verschieden harten Strahlen. Allerdings sind die gesamten obigen Betrachtungen auf den Fall beschränkt, daß mit einer praktisch homogenen Strahlung der nämlichen Härte gearbeitet wird. Sie können aber ohne weiteres auf eben solche verschieden harte homogene Strahlungen übertragen werden, solange die Radiosensibilität innerhalb des durchlaufenen Härtebereiches — und das ist in beschränktem Maße vielfach anzunehmen — unverändert bleibt. Denn die vorgeschlagene Meßmethode liefert eine einwandfreie Bestimmung der in einer dünnen Oberflächenschicht absorbierten Energie ohne Rücksicht auf die Härte[1]), folglich sind auch sämtliche auf diese Meßergebnisse aufgebauten Folgerungen auch für verschiedene Strahlenhärten ohne weiteres gültig. Allerdings ist es nicht wahrscheinlich, wenn auch nicht endgültig erwiesen, daß

---

[1]) Es sei denn, man wollte es bezweifeln, daß gleiche absorbierte Energien verschieden harter Strahlen die gleiche Ionisation erzeugen. Das entspräche aber keinesfalls der größeren durch die heutige physikalische Forschung gegebenen Wahrscheinlichkeit und würde Vergleiche zwischen verschieden harten Strahlen von vornherein ausschließen. Erörterungen über derartige Fragen gehören überdies nicht in eine medizinische, sondern viel eher in eine physikalische Fachzeitschrift. Man vergleiche hierzu die grundlegenden Untersuchungen von Barkla.

die Radiosensibilität auch in weiten Grenzen von der Härte unabhängig ist. Deshalb wird man gut tun, für in der Praxis zu vergleichende Fälle stets eine annähernd gleichbleibende Härte zu benutzen, bevor die Untersuchungen auf diesem Gebiete zum Abschluß gekommen sein werden.

3. Die Meßapparatur. Für den oben erwähnten, ganz außerordentlich wichtigen Zweck einer beliebigen Reproduzierbarkeit der Behandlungsweise auf Grund dosimetrischer Messungen ist es Voraussetzung, daß die bereits oben geforderte, physikalisch einwandfreie Meßmethode allerorts zugänglich gemacht werde, und zwar in Form einer handlichen, in der ärztlichen Praxis ohne weiteres anwendbaren Meßapparatur, die es jeden Augenblick gestatten würde, ohne umständliche Einstellungen Härte und Intensität der Strahlung zu bestimmen. Diese Meßapparatur müßte unbedingt in absolut übereinstimmender Weise in einer beliebig großen Anzahl Exemplare hergestellt werden können, so daß mit jedem Exemplar innerhalb der erforderlichen Genauigkeitsgrenzen die nämlichen Meßergebnisse erreicht werden. Wenn diese Voraussetzungen erfüllt wären, ließe sie sich ohne weiteres derartig eichen, daß sie zur Begründung einer Röntgenstrahleneinheit führen und diese Röntgenstrahleneinheit dem täglichen Gebrauche eines jeden Therapeuten zugänglich machen würde. Und zwar ist, wie sich aus den obigen Ausführungen ergibt, die Röntgenstrahlenenergie durch diejenige Energie zu messen, welche von der Oberflächeneinheit einer dünnen Schicht des Gewebes in der Zeiteinheit absorbiert wird. Ihr Maß ist die in einer einwandfrei konstruierten Ionisationskammer in einem nicht selektiv absorbierten Gase erzeugte Ionisation[1]). Die Bestimmung dieser Ionisation erfolgt so, daß man bei einem gegebenen Abstand des Brennfleckes der Röhre von der Ionisationskammer, einem gegebenen Querschnitt des Röntgenstrahlenbündels und einer gegebenen Länge des Ionisationsweges diejenige Elektrizitätsmenge bestimmt, welche, Sättigungsstrom vorausgesetzt, in einer bestimmten Zeit durch die Ionen in der Kammer geleitet wird.

14. Die Strahleneinheit — die Wahl ihrer Größe. Im folgenden wird demnach eine Meßanordnung beschrieben werden, die den auseinandergesetzten Forderungen genügt. Die Dimensionierung der Ionisationskammer, des Querschnittes der Röntgenstrahlen und der erwähnten elektrischen Größen ist so bemessen, daß eine Einheit entsteht, deren Größe bei einer praktischen Dosierung bequem zu handhaben ist. Zweckmäßiger-

[1]) Vgl. „Grundlagen (l. c.), S. 23—25; 50.

weise derart, daß bei einer mittleren in Frage kommenden Behandlungszeit für die geringste in dieser Zeit verabreichte Dosis, also für die geringste, praktisch in Frage kommende Intensität, die Anzahl der Intensitätseinheiten etwa = 10 festgesetzt wird. Dann ist die Wahl so getroffen, daß man für alle praktischen Fälle gerade mit ganzen Einheiten auskommt, da Bruchteile einer so bestimmten Einheit im praktischen Gebrauch vernachlässigt werden dürfen, während andererseits sehr große Zahlen, etwa Zahlen, die in viele Hunderte gehen, nicht vorkommen werden.

Es ist in der Tat von der größten praktischen Wichtigkeit, die Größe der Einheit so festzulegen, daß aus ihr ohne weiteres hervorgeht, welche Minimalintensität einer Strahlung zukommen muß, damit ihr noch eine medizinische Wirksamkeit beigelegt werden könne.

Das geht unter anderem aus einer folgenden, zurzeit überhandnehmenden Unklarheit hervor. Physikalische Untersuchungen der letzten Jahre (Duane und Hunt, Hull und Webster)[1]) haben gezeigt, daß bereits in der Strahlung der mit den üblichen Spannungen betriebenen Röntgenröhren Komponenten von ganz außergewöhnlicher Härte enthalten sind, die bei Überschreitung einer Betriebsspannung von 125000 Volt nahe an die Gammastrahlung des Radiums C, also an die härteste bekannte Strahlung eines radioaktiven Präparates heranreichen. Das Vorhandensein dieser Komponenten wird von einzelnen so aufgefaßt und der Allgemeinheit dargestellt, als ob wir heute bereits in der Lage wären, Therapie mit diesen äußerst harten Komponenten zu treiben, also mit Hilfe der Röntgenröhre der Qualität nach annähernd die nämliche Strahlung der Anwendung zugänglich zu machen, wie sie von einem Radiumpräparat geliefert wird. Diejenigen, die eine solche Auffassung vertreten, vergessen es zu beachten, daß bei allen medizinischen Anwendungen für die Härte einer Strahlung nicht die Härte ihrer durchdringendsten Komponente, sondern die Härte ihres Intensitätsschwerpunktes maßgebend ist; daß aber den in der Strahlung heutiger Röntgenröhren enthaltenen, der Radium C = γ-Strahlung sich nähernden Komponenten nur eine geringe Teilintensität zukommt. Wie gering diese Intensität ist, leuchtet am besten ein, wenn man bedenkt, daß es erst durch die empfindlichsten, in der letzten Zeit aufs äußerste verfeinerten Methoden der Spektralzerlegung möglich geworden ist, diese härtesten Komponenten einwandfrei überhaupt erst nachzuweisen. An ihre medizinische Anwendung ist gar nicht zu denken. Denn wenn mit einer in der üblichen Weise gefilterten Strahlung gearbeitet wird, dann beträgt der Anteil an der erwähnten härtesten Strahlung so außerordentlich wenig, daß man den Organismus mit den weicheren Strahlen

[1]) Vgl. auch Lilienfeld und Seemann, Physik. Ztschr. 1918, S. 270 sowie die Literaturangaben, Physik. Ztschr. 1918, S. 269.

längst schwer geschädigt, ja zerstört hätte, bevor eine Einwirkung der harten Strahlenkomponente auf ihn erwartet werden könnte. Würde man aber mit den üblichen Hilfsmitteln so stark filtern, daß die weicheren Bestandteile der Strahlung ausgeschaltet würden und nur der allerhärteste Anteil übrig bliebe, dann würde die an sich kleine und durch die Filterung noch weitgehend reduzierte Intensität dieses härtesten Anteils es ausschließen, daß irgendeine biologische Wirkung auch bei den längsten Bestrahlungszeiten einträte. Nebenbei sei besonders daran erinnert, daß Strahlungen von geringen Intensitäten, wenn sie überhaupt biologisch wirksam werden, unter Umständen eher schädlich als nutzbringend wirken können. Denn sie beschleunigen z. B. beim Karzinomgewebe den Teilprozeß der schädlichen Zellen statt ihn zu unterbinden.

Eine zukünftige Irreführung des Urteils in dieser Hinsicht würde bei Einbürgerung der hier vorgeschlagenen Meßmethode ausgeschlossen. Und zwar mit doppelter Sicherheit. Erstens allein schon dadurch, daß von vornherein für Tieftherapie nur hinreichend homogene Strahlung vorausgesetzt wird. Auf diese Weise wird die Verbreitung des Irrtums verhindert, als ob mit einem sehr harten Strahlungsrest — also mit einer Strahlungsbeimengung von verschwindender Teilintensität — irgendetwas erreicht werden könnte. Der Technik wird vielmehr, wenn sie die Anwendung härtester Strahlen ermöglichen will, klar und deutlich die folgende Aufgabe gestellt: es ist nicht unbedingt erwünscht, das Röntgenstrahlenspektrum nicht mehr nach der kurzwelligen Seite auszudehnen, als es ohnedies der Fall ist, sondern es ist das Intensitätsmaximum des Spektrums möglichst nach „Hart" zu verschieben und gleichzeitig für tunliche Einschränkung des mit erheblicher Intensität vertretenen Wellenlängenbereiches zu sorgen. Mit anderen Worten: die Aufgabe ist die, möglichst homogene Strahlung größtmöglicher Härte mit einer erheblichen Intensität herzustellen. Härtesteigerung unter extremer Einschränkung der Intensität ist unter allen Umständen zu verwerfen. Von zwei Röntgenstrahlenquellen ist also nicht diejenige vorzuziehen, deren Spektrum weiter ins harte, kurzwellige Gebiet hineinreicht, sondern diejenige, deren Intensitätsschwerpunkt — bei tunlich homogener Strahlung — weiter nach „Hart" zu liegt.

Zweitens aber liegt eine Sicherung gegen den erwähnten Irrtum in der Wahl der Einheit, wenn sie wie oben getroffen ist, weil dadurch dem Prinzip allgemeine Geltung verschafft wird, Strahlungsintensitäten, die wesentlich geringer als diese Einheit sind, in der medizinischen Praxis zu vernachlässigen.

Allerdings ist für die praktische Durchführung einer solchen Meßmethodik nicht nur, wie eindringlich hervorgehoben wurde, eine praktisch

genügend homogene, sondern auch eine vom Augenblick des Anlassens an über hinreichend lange Zeiten, etwa über mehrere Tage konstant bleibende Strahlenquelle Voraussetzung. Eine solche Strahlenquelle wird aber (S. 17) gegenwärtig von der Röntgentechnik geliefert[1]), und die praktische Arbeitsweise stellt sich demnach wie folgt dar.

15. **Die praktische Arbeitsweise an Hand der Strahlungsbestimmung.** Die gesamte Apparatur wird so eingestellt, daß in einer Notiz die Schaltung und alles andere festgelegt wird, was zur Herstellung von — je nach Bedarf — einer, zwei oder drei homogenen Strahlungen verschiedener Härten erforderlich ist. Die jedesmalige Härte und Strahlungsintensität wird mit der Meßanordnung ermittelt. Da die Röhre als über hinreichend lange Zeiträume konstant vorausgesetzt wurde und es auch ist, wird die Meßapparatur beiseite geschafft und nun mehrere Tage mit der Röhre gearbeitet, indem einfach mit der Uhr in der Hand, also nach der Zeit dosiert wird. Die verschiedenen Tiefen und Entfernungen des Erfolgsorganes werden dabei in der S. 22ff. dargelegten einfachen Weise in Rechnung gezogen. In größeren Zeitabständen, die sich wohl über mehrere Tage erstrecken dürfen, wird mit dem Meßapparat nachkontrolliert, ob die einzelnen Arbeitseinstellungen noch immer die gleiche Strahlung ergeben. Von der Anwendung des Dosimeters in jedem besonderen klinischen Falle wird daher abgesehen, wodurch sich die ganze Praxis sehr einfach gestaltet. Selbstverständlich muß darauf aufgepaßt werden, daß die elektrischen Meßinstrumente (Ampèremeter, Voltmeter, Milliampèremeter) bei der gleichen Schaltung stets annähernd dieselben Ausschläge ergeben. Eine unerwünschte Änderung der Apparatur macht sich dann in einer wesentlichen Änderung der Angaben dieser Instrumente bemerkbar. Dann muß allerdings erst der Apparat in Ordnung gebracht werden, bevor weiter bestrahlt wird.

II. Teil.

Die Strahlenmessung für medizinischen Gebrauch.

1. **Physikalische Fehlerquellen und die sie vermeidende Meßanordnung.** Im vorausgegangenen ersten Teile der Arbeit ist es möglich gewesen, verhältnismäßig einfache Vorschläge für die Dosierung der Röntgenstrahlen zu bringen. Diese Einfachheit ist ausschließlich dem Umstand zu verdanken, daß nicht das absolute theoretische Ideal der einzelnen Bestimmungen, sondern vielmehr stets ein Kompromiß mit der Forderung der

[1]) Vgl. „Grundlagen" (l. c.), S. 53 (2).

Alltagspraxis zugunsten der Vereinfachung des ganzen Systems angestrebt wurde. Auch bei der Begründung einer Meßmethode der Röntgenstrahlen werden wir nicht umhin können, solche vereinfachende Annahmen einzuführen. In denjenigen Grenzen aber, welche durch Fehler der Meßergebnisse nicht überschritten werden dürfen, muß auch die physikalische Korrektheit der Meßanordnung gewahrt bleiben.

Das klingt selbstverständlich und ist trotzdem bei mancher bis in die jüngste Zeit benutzten Meßanordnung nicht beachtet worden.

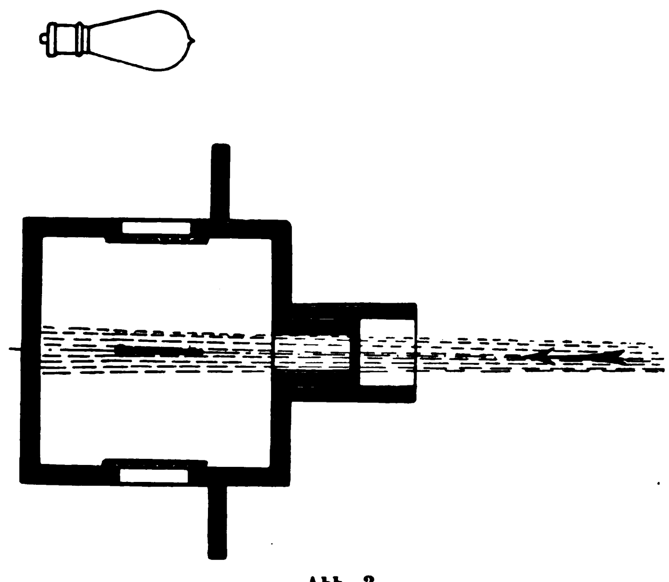


Abb. 3.

Die physikalische Eigenschaft, welche der Messung der Röntgenstrahlenenergien zugrunde liegt, ist die Fähigkeit der Röntgenstrahlen, Luft und andere Gase auf ihrem Wege leitfähig zu machen. Wenn ein z. B. mit einer geriebenen Siegellackstange elektrisch aufgeladener Körper sich in Berührung mit Luft befindet, durch welche Röntgenstrahlen fallen, dann entzieht ihm die leitend gemachte Luft die elektrische Ladung. Es scheint demnach die Ausführung der Messung für den Unvoreingenommenen außerordentlich einfach zu sein. Wenn man ein Elektroskop nimmt und dessen Blättchen auflädt, dann schlägt dieses aus. Nun sollte man glauben, daß es genügt, die Röntgenstrahlen in das Gehäuse des Elektroskops hereinfallen, die darin enthaltene Luft ionisieren zu lassen und die Zeit zu messen, in welcher der Ausschlag infolge der Entladung des Blättchens zurückgeht Ein solcher einfacher Apparat wurde tatsächlich unlängst in den Verkehr gebracht (Abb. 3). Das Elektroskop besaß ein Bleigehäuse. In dem

Gehäuse befand sich eine Öffnung, in welche Filter verschiedener Stärke eingeschoben werden konnten, und durch diese Filter hindurch wurde nun die Luft innerhalb des Gehäuses bestrahlt. Es war übersehen worden, daß nicht nur Streustrahlen aus dem Raume durch das Filter in das Instrument eintreten konnten, sondern auch, daß das Filter und die Innen-

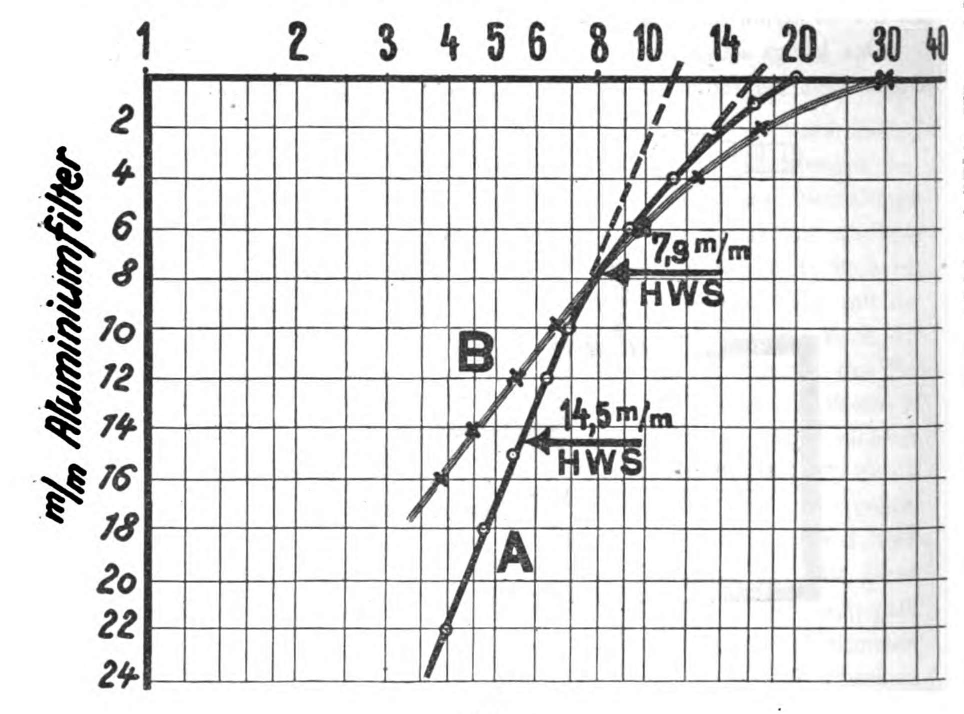


Abb. 4.

Zwei Absorptionskurven bei 35 cm Induktor-Schlagweite. Die Kurve, deren Punkte durch Kreise bezeichnet sind, ist mit der fehlerhaften Anordnung (Ionisation der Luft im Elektroskopgehäuse selbst) aufgenommen. Die Kurve, deren Punkte durch Kreuze bezeichnet sind, ist mit einer korrekteren Anordnung aufgenommen. Es ist ersichtlich, wie die falsche Meßanordnung die mittlere Strahlenhärte maßlos übertreibt.

wände des Gehäuses, auch das direkt bestrahlte Blättchen bei der Berührung mit Röntgenstrahlen, Streustrahlen und andere sekundäre ionisierende Wirkungen abgaben, von denen ein unberechenbarer variabler Anteil zur Erzeugung der Ionisation beitrug. Dadurch wurden die Ergebnisse ganz außerordentlich gefälscht. Insbesondere wurde bei den Messungen eine Strahlenhärte vorgetäuscht, die bei weitem die wirklich vorhandene Strahlenhärte übertraf. In der Abb. 4 sind zum Vergleich Kurven wiedergegeben, die (A) mit der fehlerhaften Anordnung und dann (B) mit einer einwandfreien Meß-

anordnung bei gleicher Parallelschlagweite am Induktor erzielt sind. Man sieht unter anderem, daß in dem Falle A der falschen Messung die Halbwertschicht der Reststrahlung unter 10 mm Filter beinahe 15 mm Aluminium beträgt, während sie in Wirklichkeit (auch in Übereinstimmung mit exakten Spektraluntersuchungen [vgl. Fußnote 2 zu S. 15]) zwischen 8 und 9 mm Aluminium lag. Man findet freilich bis in die neueste Zeit sogar physikalische Spezialarbeiten[1]), die mit einer ähnlichen Anordnung gemacht worden sind. Dabei sind die Resultate aber derartig beeinflußt, daß keinerlei Rückschlüsse aus ihnen gezogen werden dürfen.

Ebenso mangelhaft sind in der erwähnten Hinsicht die zur Zeit erhältlichen kleine Ionisationskammern, die in die Körperhöhlen eingeführt werden können. Es mag von näheren Ausführungen an dieser Stelle aber abgesehen werden.

Aus dem Gesagten erhellt, daß die Wahrung einer physikalischen Korrektheit der Meßanordnung eine unabweisbare Forderung ist. Diese physikalische Korrektheit ist aber gleichbedeutend mit der Ausschaltung derjenigen Fehler, welche bei jeder Messung der Röntgenstrahlen von der Sekundärstrahlung im weitesten Sinne herrühren: also e r s t e n s von den im Raume zerstreuten Strahlen, die auf Umwegen in die Apparatur gelangen, und z w e i t e n s von denjenigen Einwirkungen, die zwar auf dem Wege des eigentlich zu messenden Strahlenbündels ihren Ursprung haben, jedoch die eigentlich zu messende Primärstrahlenenergie in einer unkontrollierbaren, veränderlichen Weise größer erscheinen lassen würden und deshalb von der Messung ausgeschaltet werden müssen.

Zur Ausschaltung der e r s t e r e n Strahlen, der auf Umwegen in die Apparatur gelangenden, dient bei einer korrekten Anordnung das auf der Zeichnung (Abb. 5) mit A bezeichnete Ausblendeorgan. Es besteht aus einem etwa 30 mm im Lichten aufweisenden Bleirohr, längs dessen Achse eine Reihe von Blenden B eingebaut ist. Wenn alle übrigen Teile der Meßanordnung, wie das tatsächlich zutrifft, in 4 mm starkes Bleiblech eingehüllt sind, dann ist der Zutritt der Röntgenstrahlen zur Meßanordnung nur längs der Achse des Ausblendeorgans A möglich. Ist nun die Länge dieses Organes und die Öffnungsweite der eingebauten Blenden derartig abgestimmt, daß man durch den Spalt C_1 nach der Röntgenröhre R blickend nur so viel vom Antikathodenspiegel sieht, wie erforderlich ist, um den ganzen Brennfleck zur Wirkung gelangen zu lassen, dann ist durch das Ausblendeorgan die Einwirkung anderer als der direkt vom Brennfleck kommenden Strahlen so weit ausgeschlossen, wie überhaupt möglich ist.

[1]) Vgl. z. B. Dessauer, Verh. Deutsch. phys. Ges., 19. Jahrg., Nr. 17/18, vom 30. Sept. 1917, S. 211. Man beachte dagegen die in den beiden Fußnoten zu S. 15 angeführten Literaturstellen.

Der mit einer Mikrometerscheibe fein verstellbare Spalt C_1 dient zur Ausführung der absoluten Messung, d. h. zur Bestimmung der Anzahl der von der Strahlung dem Gewebe zugeführten Energieeinheiten. Darüber wird im dritten Teile der vorliegenden Arbeit eingehend berichtet werden. Das durch das Ausblendeorgan A und den Spalt C_1 hindurchgehende Röntgenstrahlenbündel fällt durch ein durchsichtiges Glimmerblättchen in die aus einem Bleirohr bestehende Ionisationskammer D. Der Querschnitt

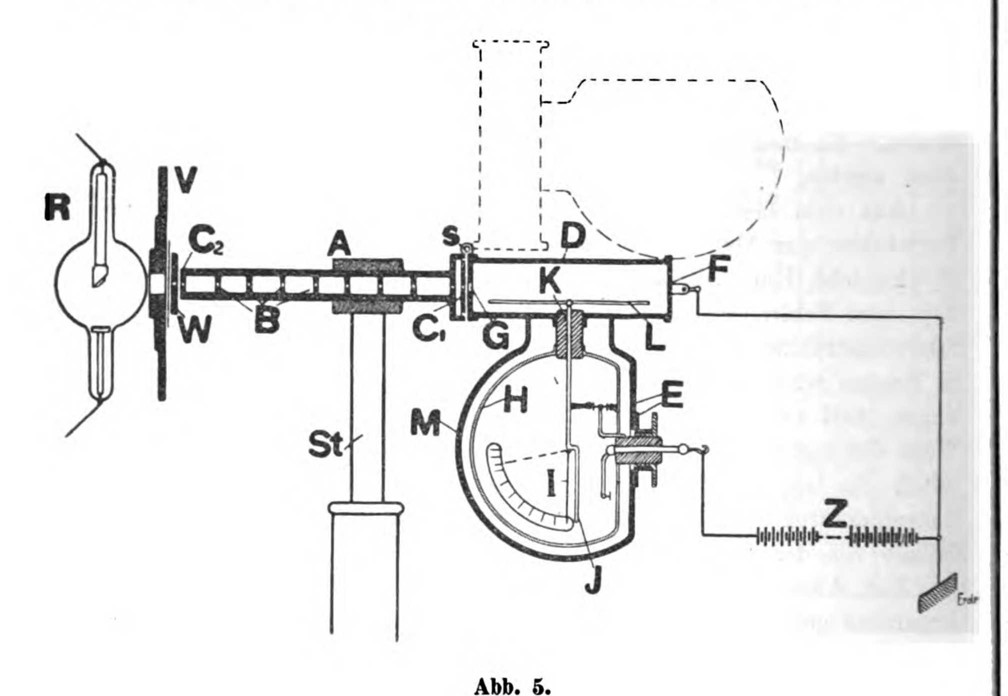


Abb. 5.

des Röntgenstrahlenbündels beträgt etwa 1×3 mm und wird vermittelst des Spaltes S je nach Bedarf verbreitert oder verengt. Dieses schmale Röntgenstrahlenbündel verläuft also axial in der Ionisationskammer D. Parallel zur Achse befindet sich die Sonde L, welche aus einem Draht besteht, der in einer Entfernung von etwa 8 mm von der Achse liegt. Durch diese Anordnung ist gewährleistet, daß das Röntgenstrahlenbündel trotz seiner erheblichen Länge die Wandung der Kammer nur in einer verschwindend geringen Fläche berührt und die Sonde überhaupt gar nicht streift. Das hat den Vorteil, daß die Messung verunreinigende Einwirkungen, die stets da auftreten, wo Röntgenstrahlen mit Metall in Berührung kommen, hier in einem so geringen wie nur möglichen Maße erzeugt werden und tatsächlich vernachlässigt werden können.

Die Sonde L ist nun mit dem blättchenartigen Zeiger des Elektroskops E leitend verbunden und ist vermittelst des schraffiert angedeuteten, hochisolierenden Bernsteinstückes von der Wandung der Ionisationskammer D isoliert. Das Elektroskop E ist an der Ionisationskammer fest anmontiert, so daß das ganze Instrument, bestehend aus dem Ausblendeorgan A, der Ionisationskammer D und dem Elektroskop E eine festgefügte, zusammenhängende Einheit bildet. Die Messung erfolgt nun so, daß das Instrument zuerst in den Strahlengang eingestellt wird. Für diesen Zweck ist die unter dem abnehmbaren Deckel F befindliche durchsichtige Glimmerscheibe bestimmt. Der Deckel F wird entfernt und durch diese Glimmerscheibe sowie die bei G befindliche hindurchvisiert, erst mit dem Auge, und dann, indem man bei F einen Fluoreszenzschirm anbringt und beobachtet, ob er beim Einschalten der Röntgenröhre richtig aufleuchtet. Dann wird der Bleideckel F aufgesetzt und die Ionisationskammer in der angedeuteten Weise geerdet. Nun wird vermittelst eines einfachen Reibzeuges die Sonde L mitsamt dem Zeiger P des Elektroskops und seinem Gehäuse H aufgeladen, und zwar auf etwa 1000 Volt. Läßt man nun die Röntgenstrahlen in die Ionisationskammer D einfallen, dann fließt ein Strom („Sättigungsstrom") von der Sonde nach den Wänden der Ionisationskammer, die Sonde verliert ihre Ladung, wobei der Elektroskopzeiger Z sich in Bewegung setzt. Man beobachtet nun die Zeit, die erforderlich ist, um die Aufladung der Sonde um etwa 200 Volt zu verringern, also die erforderlich ist, um den Zeiger Z zwischen zwei durch besondere Marken hervorgehobenen Skalenteilen ablaufen zu lassen. Diese Zeit ist der von einer dünnen Gewebeschicht aufgenommenen Energie (vgl. „Grundlagen", S. 21) umgekehrt proportional.

Das Elektroskop wird mit Hilfe einer kleinen Projektionslampe auf einem Schirm abgebildet, der an dem Ausblendeorgan A befestigt ist. Die Bewegung des Zeigers Z kann auf diesem Wege aus größerer Entfernung, ohne das Auge anzustrengen, beobachtet werden.

Wenn die Durchdringungsfähigkeit (Härte) der Röntgenstrahlen gemessen werden soll, so werden für diesen Zweck Aluminiumfilter verwendet, die an dem mit C_2 bezeichneten Ende des Ausblendeorganes eingeschoben werden, also in großer Entfernung von der Kammer. Dadurch, sowie durch den Umstand, daß, wie bereits oben erwähnt, der Röntgenstrahl nur an einer verschwindend kleinen Fläche die Wandung der Ionisationskammer berührt, ist die zweite Fehlerquelle vermieden, die wir S. 33 erwähnt hatten, nämlich derjenige Fehler, welcher von den Einwirkungen herrührt, die zwar auf dem Wege des eigentlich zu messenden Strahlenbündels ihren Ursprung haben, jedoch der zu messenden Strahlenenergie wesensfremd sind und deshalb von der Messung ausgeschaltet werden müssen.

2. Begriff der medizinisch homogenen Strahlung und ihre physikalische Beschaffenheit.

Über die Bestimmung der Stahlenintensität, insbesondere über die Festlegung der Einheit wird in einem besonderen dritten Teile berichtet werden. Bevor aber an die Besprechung der absoluten Messung herangegangen wird, muß die Qualität der Strahlung bekannt sein. Mit anderen Worten: Man muß sich darüber klar sein, unter wieviel Millimetern Filter eine — medizinisch gesprochen — homogene Reststrahlung erreicht wird, und wie hart diese Reststrahlung ist.

Als Grundlage für die Beurteilung der Zusammensetzung einer Strahlung hat sich in der Medizin die Darstellung der Absorptionskurven dieser Strahlung auf einem logarithmischen Koordinatensystem eingebürgert. Diese Darstellung ist dem Mathematiker und Physiker seit Jahrzehnten geläufig gewesen, und es ist das Verdienst Weißenbergs, ihr eine allgemeine Verbreitung auch in medizinischen Kreisen verschafft zu haben. Der Gedanke, von welchem dabei ausgegangen wird, ist der folgende. Wenn es bekannt ist, in welcher Weise die Strahlung geschwächt wird, indem sie durch verschiedene Dicken des Aluminiums oder des Wassers durchdringt, dann ist es gleichzeitig bekannt, was aus der Strahlung auf ihrem Wege durch den Körper wird. Dabei wird stillschweigend angenommen, daß der Mediziner nur dafür Interesse hat, was aus der gegebenen Strahlung wird, wenn sie durch Schichten einer solchen Dicke durchgeht, daß die Strahlung ungefähr ebenso geschwächt wird wie von den praktisch vorkommenden stärksten durchzustrahlenden Gewebeschichten. So fragt z. B. der Mediziner nicht danach, wie die Strahlung beschaffen ist, die übrig bleibt, nachdem eine Gewebeschicht von 1 m Stärke durchstrahlt worden ist. Denn eine so starke Gewebeschicht kommt in der Medizin nicht vor und so scheint es für den Arzt von vornherein uninteressant zu sein, eine Antwort auf diese Frage zu suchen. Die Einschränkung sämtlicher Erörterungen auf Schichten geringer Dicke bedingt es aber, daß die Art der Beurteilung der Strahlenhomogenität stillschweigend zu einer wesentlich anderen Fassung des Homogenitätsbegriffes in der Medizin geführt hat als die in der Physik übliche.

Der Physiker versteht unter einer homogenen Strahlung rein abstrakt, ohne Rücksicht auf ihre Realisierbarkeit, eine derartige Strahlung, in welcher nur eine einzige Strahlungskomponente von einer einzigen Wellenlänge (einer einzigen Durchdringungsfähigkeit, einer einzigen Härte, einer einzigen Halbwertschicht) enthalten ist. In Anlehnung an diese abstrakte Definition nennt er praktisch homogen eine Strahlung nur dann, wenn sie einen ganz engen Wellenbereich umfaßt und keinesfalls Wellenlängen aufweist, die um mehr als um einige wenige Prozente voneinander abweichen.

Im Gegensatz dazu hat sich bei der Beurteilung der Röntgenstrahlung auf ihre Homogenität hin in der Medizin eine Beurteilungsmethode ausgebildet, die als Ergebnis eine viel weitere Auffassung des Homogenitätsbegriffes mit sich gebracht hat. Diese Beurteilungsmethode darf als in der Medizin allgemein bekannt vorausgesetzt werden. Sie beruht auf der oben erwähnten graphischen Darstellung der Absorptionskurven auf logarithmischem Papier. Als homogen wird eine Strahlung bezeichnet, deren Absorptionskurve in den vorkommenden Dicken der Gewebeschicht derartig verläuft, daß die Kurve innerhalb der unvermeidlichen Fehlergrenzen geradlinig ist. Die Härte solcher homogenen Strahlung ist eindeutig gegeben durch den Neigungswinkel der Kurve gegen die horizontale Achse.

Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß eine physikalisch homogene Strahlung eine solche geradlinige Absorptionskurve liefert. Es ist aber von großem Werte, einzusehen, daß das Umgekehrte nicht zutrifft, wenigstens nicht, wenn die graphische Darstellung nicht in einem sehr großen Maßstabe erfolgt, die Beobachtung nicht außerordentlich genau ist und die Absorption der Strahlung nicht in Schichtdicken verfolgt wird, die außerordentlich viel mehr absorbieren als die stärksten in der Medizin vorkommenden Gewebeschichten. Die praktische Absorptionsmessung ist nun aber stets mit einigen wenigen Prozenten (im günstigen Falle bis zu 3%) Fehlern behaftet. Das ist allein durch die Betriebsschwankungen der elektrotechnischen Hochspannungsapparatur bedingt. Nimmt man das an und sieht zu, welche resultierende Strahlung sich z. B. dann ergibt, wenn zwei absolut homogene Komponenten von der gleichen Anfangsintensität, die eine von 6 mm, die andere von 12 mm Halbwertschicht im Aluminium, auf ihrem Wege durch verschiedene Aluminiumdicken verfolgt und ihre Intensitäten jedesmal addiert werden, so wird eine ganz überraschende Erkenntnis gewonnen. Nämlich, daß die Kurve der resultierenden Strahlung von 8_8 mm Halbwertschicht erst, nachdem die Strahlung durch etwa 34 mm Aluminium durchgegangen ist, im Diagramm um mehr als um den zugelassenen Fehler von der geradlinigen Form abzuweichen anfängt. Die Strahlung erscheint hier also homogen, trotzdem sie aus zwei Komponenten ziemlich verschiedener Härte besteht. Diese Berechnung ist in der Abb. 6 graphisch durchgeführt worden. Für die beiden zusammenzusetzenden Komponenten von je 6 und 12 mm Halbwertschicht ist als gemeinsame Anfangsintensität die Intensität = 10 angenommen worden. Die Intensitäten der resultierenden Strahlung sind jedesmal zuerst durch 2 dividiert worden und dann erst eingetragen, um eine leicht übersichtliche Abbildung zu gewinnen. Durch diese Division mit dem Faktor 2 ändert sich offenbar die Form der Kurve nicht; nur ihre Lage auf der Zeichnung wird dadurch verschoben. Da es hier aber ausschließlich auf die Form der

Kurve (die Härte und Zusammensetzung der Strahlung, nicht aber ihre absolute Intensität) ankommt, schadet das nicht.

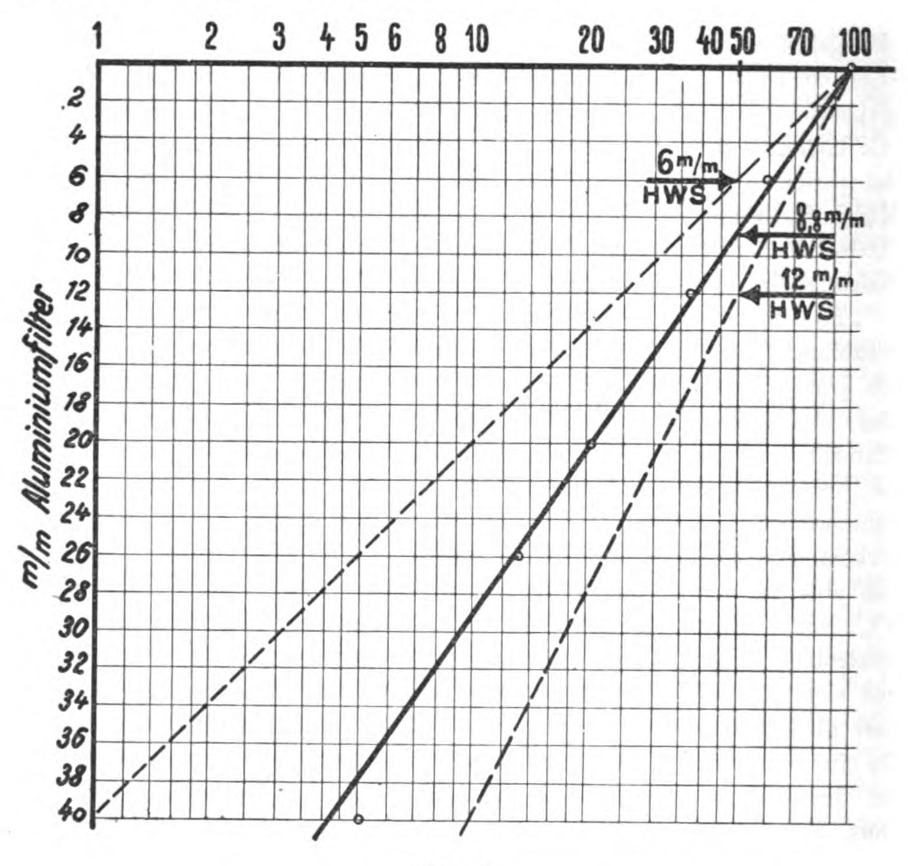


Abb. 6.

Die beiden gestrichelten homogenen Strahlungskomponenten, die eine von 6 mm, die andere von 12 mm Halbwertschicht, ergeben zusammen ein Strahlungsgemisch, dessen Absorptionskurve den durch die kleinen Kreise angedeuteten Verlauf nimmt. Die ausgezogene Gerade zeigt, daß es möglich ist, diese resultierende Strahlung in gewissen Grenzen als eine homogene Strahlung von 8,8 mm Halbwertschicht auf Logarithmenpapier darzustellen. Dabei wird ein Fehler gemacht, der erst bei Anwendung von mehr als 34 mm Aluminiumfilter und Schwächung der Strahlung auf weniger als 6% des ursprünglichen Wertes größer wird als die durchschnittlich durch die Versuche bedingten Fehler.

Man sieht also, daß zwischen dem physikalischen Begriff einer homogenen Strahlung und ihrer in der Medizin üblichen Bestimmung ein erheblicher Unterschied besteht. Dieser Unterschied wird um so größer, die beiden Komponenten der Strahlung dürfen der Härte nach um so mehr

voneinander abweichen, ohne daß die Resultante dem Mediziner unhomogen zu erscheinen anfange, je durchdringungsfähiger sie sind. Denn sie werden dann alle beide um so weniger von den in der Medizin vorkommenden Gewebedicken geschwächt. Nichtsdestoweniger ist es nicht ungerechtfertigt, nach wie vor an der üblichen Definition der in der Medizin als homogen zu bezeichnenden Strahlung festzuhalten, an einer Definition, die wir in den „Grundlagen“ wie folgt gefaßt haben:

„Hinsichtlich ihres biologischen Effektes ist diejenige Strahlung als praktisch homogen zu bezeichnen, die in einem nicht selektiv absorbierenden Medium (Aluminium, Gewebe) bis zu einer Schwächung der Strahlung auf wenige Prozente der Anfangsintensität wie eine homogene Strahlung, also so absorbiert wird, daß ein merklich geradliniges Diagramm sich ergibt, wenn die Meßergebnisse der Filteranalyse auf einem logarithmischen Raster aufgetragen werden. Dabei wird angenommen, daß die Meßmethode sich innerhalb der üblichen Fehlergrenzen von einem oder einigen wenigen Prozenten bewegt, so daß alle diesbezüglichen Angaben nur innerhalb dementsprechender Fehlergrenzen zutreffend zu sein haben.“

In der Tat liegt die Berechtigung dieser Definition darin, daß eine Strahlung dieser Art auf ihrem Wege durch die in der Medizin vorkommenden Gewebedicken sich nur so wenig in ihrer Zusammensetzung ändert, daß diese Änderung bei der praktisch erreichbaren Meßgenauigkeit nicht nachweisbar ist. Sie hat genau so gut wie eine physikalisch absolut homogene Strahlung vor dem Eintritt in das Gewebe die nämliche Halbwertschicht wie nach ihrem Austritt aus dem menschlichen Körper und kann demzufolge rechnerisch wie eine homogene Strahlung behandelt werden. Insbesondere kann aus ihrem geradlinigen Absorptionsdiagramm die einem in der Tiefe gelegenen Zweckorgane zugeführte Energie in der aus dem Zahlenbeispiel S. 23 ff. ersichtlichen Weise direkt entnommen werden. Allerdings kommt die bei einer solchen Strahlung gemessene Halbwertschicht nicht einer einzigen physikalisch definierten Komponente zu, sondern sie ist die Halbwertschicht derjenigen Wellenlänge, bei welcher der Intensitätsschwerpunkt des in der Ionisationskammer absorbierten Strahlengemisches liegt. Die oben geschilderte Meßanordnung mißt nun aber ohne weiteres die Intensität und Halbwertschicht des genannten Intensitätsschwerpunktes. Das ist der Grund, weshalb sie **Maximeter** genannt wurde: sie mißt sozusagen die Halbwertschicht und Intensität des Intensitätsmaximums der absorbierten Strahlung.

In der Tat ist eine solche Bestimmung der Strahlung vollauf befriedigend, solange nicht nachgewiesen ist, daß die biologische Wirksamkeit (der sogen. Sensibilitätskoeffizient) sehr merklich von der Wellenlänge abhängt. So wäre es in dem Beispiel der Abb. 6 nicht gleichgültig, ob die resultierende

Strahlung von 8_8 mm Halbwertschicht dadurch entsteht, daß die beiden Strahlungen von 6 und 12 mm addiert werden, oder ob sie tatsächlich eine homogene Strahlung von 8_8 mm ist **nur dann**, wenn beide Möglichkeiten realisierbar wären und wenn der Sensibilitätskoeffizient in dem fraglichen Härtebereiche sich sehr stark änderte. Nun sind aber nicht beide Fälle realisierbar. Ferner ist es heute noch nicht festgestellt, ob z. B. zwischen einer Strahlung von 9 mm und einer solchen von 12 mm bedeutende Unterschiede hinsichtlich ihrer biologischen Wirkung bestehen. Wohl scheinen solche Unterschiede vorhanden zu sein, wenn man von der Röntgenstrahlung zur härtesten Radium-Gamma-Strahlung übergeht. In engeren Grenzen der Härte sind aber die Unterschiede nicht so kraß, daß sie heute einwandfrei festgestellt wären.

Aus diesen Gründen erscheint es durchaus zulässig, die mit dem „Maximeter" ausgeführten Messungen dem Therapiebetriebe zugrunde zu legen, zum mindesten so lange, als nicht ganz abweichende Röntgenstrahlenquellen in der Praxis in Anwendung kommen, und zum mindesten so lange, als nicht Strahlungen einer außerordentlich viel größeren Durchschnittshärte als die Strahlung der heutigen Röntgenröhren zur Anwendung gelangen.

Zum Schlusse sei noch auf die Ausführungen Seite 28 ff. hingewiesen, aus denen sich klar ergibt, daß das Vorhandensein sehr wenig intensiver Strahlungskomponenten von äußerster Härte, die in der heute angewandten Röntgenstrahlung enthalten sind, von keinem Einfluß auf die ganzen Betrachtungen und die Arbeitsweise des Arztes ist, da diese Komponenten einfach unerwähnt zu bleiben haben.

Nachtrag bei der Korrektur.

(August 1918.)

Wir glaubten ursprünglich unter Zuhilfenahme seit mehreren Jahren von den Röntgentherapeuten anerkannter Leitsätze ein den Anforderungen der Tiefentherapie genügendes Dosierungssystem aufbauen zu können. Zwischen der Niederschrift unseres Aufsatzes und seiner Drucklegung ist aber eine größere Spanne Zeit verflossen, als uns lieb gewesen wäre. Im Verlaufe dieser Zeit sind nun neue Erfahrungen gesammelt worden, die darauf hindeuten, daß wohl nicht alle bisher anerkannten Leitsätze in eine zukünftige Dosimetrie übernommen werden können. Wenn auch das neue Erfahrungsmaterial in keiner Weise abgeschlossen ist, so möchten wir doch unseren Aufsatz nicht in die Öffentlichkeit gelangen lassen, ohne darauf hingewiesen zu haben, welche seiner Gedankengänge voraussichtlich einer Abänderung bedürfen, bzw. welche Voraussetzungen einzuschränken sein werden.

Es handelt sich in erster Linie um eine Anzahl vorwiegend auf mathematischen Schlußfolgerungen aufgebauter Leitsätze, die nicht voneinander unabhängig sind; die vielmehr so miteinander zusammenhängen, daß ein jeder einzelne ohne die anderen schlechthin unhaltbar ist. Einige der wichtigsten dieser Leitsätze sind folgende:

1. es kommt hauptsächlich auf die in der Volumeneinheit absorbierte Energiemenge an; nur zum Zwecke der Zuführung dieser Energie den tiefer gelegenen Schichten ist größere Härte anzustreben; abgesehen davon kommt aber der Strahlenqualität [Härte] nur eine verhältnismäßig geringere Bedeutung zu.
2. Es besteht daher für eine jede Körpertiefe eine optimale Strahlenhärte dergestalt, daß eine jede härtere Strahlung zu wenig absorbiert werden würde, während von einer jeden weicheren Strahlung seitens der Überschichten zu viel zurückbehalten werden würde.
3. Die jeweilige Strahlung ist hinreichend gekennzeichnet durch die Darstellung auf dem logarithmischen Raster innerhalb der üblichen Meßfehlergrenzen (Weißenberg); insbesondere ist die Definition der homogenen Strahlung auf Grund dieser Darstellung dadurch gegeben, daß sie innerhalb der Meßfehlergrenzen wie eine homoge Strahlung absorbiert werden muß.

Wie bereits erwähnt, scheinen uns diese bisher kaum angezweifelten Leitsätze durch neue Beobachtungen in ihrem Bestande erschüttert zu sein. Manche Erfahrung weist darauf hin, daß der Leitsatz 1. möglicherweise in gewisser Hinsicht in sein Gegenteil umzukehren ist. Häufig scheint es nämlich, daß es der Hauptsache nach durchaus nicht mit irgend einer nennenswerten Genauigkeit auf den Betrag der absorbierten Energie ankommt, sondern daß das erste Augenmerk auf die Strahlenhärte zu richten ist. Die Größe der Energie scheint vielfach in einem gewissen Sinne erst an zweiter Stelle berücksichtigt werden zu müssen. Vielleicht ähnlich wie beim Katalysator oder beim Ferment, wo zur Erzielung einer gewünschten Wirkung die Menge des zugeführten Agens nur einen gewissen Schwellenwert zu übersteigen hat und weitere Anreicherung an diesem Agens auf die Vorgänge einen verhältnismäßig geringen Einfluß ausübt. Freilich besteht in einem solchen Falle kein bestimmtes Verhältnis mehr zwischen Heilmittel und Wirkung. Infolgedessen würde die Seite 12 angegebene Grundformel sowie sämtliche in der Folge daraus gezogenen Konsequenzen einer eingehenden Umarbeitung unterzogen werden müssen, wenn ein solcher Sachverhalt wirklich bestünde.

In ähnlicher Weise scheint häufig der absorbierten Röntgenstrahlenenergie eher eine Art katalytischer Wirkung zuzukommen. Man wird auf diesen Sachverhalt geleitet, wenn Wirkungen von Röntgenstrahlen, selbst

von ganz harten, mit denjenigen der stark gefilterten Radiumstrahlung verglichen werden. Wir denken dabei an Erfahrungen, die der eine von uns bei der Behandlung von intraokularen Tumoren in einer Anzahl von Fällen gesammelt hat.

Es handelte sich um sechs Fälle von Erkrankungen des Auges (Gliome, Sarkome und Karzinome), die teilweise ihren Ausgangspunkt nahmen vom Sehnerv, von der Netzhaut, von der Iris und von der Aderhaut. Eine Anzahl dieser Fälle wurde nach dem hier genannten Prinzip mit Röntgenstrahlen behandelt. Bei zwei Fällen wurde nur ein hochwertiges Radiumpräparat mit Blei und Aluminium gefiltert in zwei Zentimeter Entfernung vom Auge angebracht und so mit härtester Gammastrahlung behandelt. Es zeigte sich dabei, daß in all den mit Röntgenstrahlen behandelten Fällen zum Tell allerdings erst nach längerer Zeit eine bleibende Schädigung des vorderen Augenabschnittes besonders der Linse eintrat. Die Linse ist offenbar am empfindlichsten gegenüber einer energischen intraokularen Strahlentherapie. Unter Umständen wird man aber eine operable Katarakt bei sonst verloreren Fällen mit in Kauf nehmen müssen (Axenfeld). Bei den ausschließlich mit Radium behandelten Fällen war außer einer vorübergehenden Reizung der Hornhaut und Konjunktiva keinerlei Schädigung des Auges auch späterhin zu beobachten [1]). Ein Rückgang der genannten Tumorerkrankungen war sowohl bei den mit Röntgenstrahlen behandelten Fällen als auch bei den mit Radium behandelten Fällen zu verzeichnen. Da es sich jedoch um verschiedenartige Erkrankungen handelte, kann aus dem Ergebnisse der Beeinflußbarkeit dieser zunächst kein Schluß gezogen werden auf die größere oder geringere Wirksamkeit der Röntgen- oder Radiumstrahlenenergie auf den Erkrankungsherd selbst. Immerhin ist es eine auffallende Tatsache, daß auch die von dem in Anwendung gebrachten 100 mgr Radiumpräparat ausgehende Gammastrahlenenergie, die im Verhältnis zu der Röntgenstrahlenenergie als relativ klein betrachtet werden muß, eine ausreichend große schädigende Wirkung auf das kranke Gewebe ausübte. Bei diesen Fällen wurde, was besonders hervorgehoben zu werden verdient, im Gegensatz zu den mit Röntgenstrahlen behandelten Fällen keine bleibende Schädigung der gesunden Teile des Auges beobachtet, insbesondere keine Katarakt der Linse. Die Sensibilitätsdifferenz zwischen gesundem und krankem Gewebe scheint demnach um so größer zu sein, je kurzwelligerdie in Anwendung gebrachte Strahlung ist. Die 4 mm gefilterte harte X-Strahlung enthielt noch zu viele weiche, die normalen Bulbusteile schädigende Anteile, wobei der die Beurteilung er-

[1]) Vgl. Vortrag Axenfeld u. Küpferle: „Weitere Erfahrungen über intraokulare Strahlentherapie“. (41. Versammlung der Ophthalmologischen Gesellschaft. Heidelberg 1918.)

schwerende Umstand in Betracht zu ziehen ist, daß von der zugeführten Röntgenenergie ungleich viel größere Intensitäten zur Absorption gelangten als von der harten Gammastrahlung des Mesothoriumpräparates.

Durch diese Beobachtungen veranlaßt wurden einige Tierexperimente in der Weise vorgenommen, daß an verschiedenen Versuchstieren das Auge nach der bei Erkrankungsfällen angewandten Methode mit Radium bestrahlt wurde und ebenso mit entsprechenden Dosen von Röntgenstrahlen. Die Radiumtiere zeigten keine bleibende Veränderung, während die nach der üblichen Methode behandelten Röntgentiere schwere Schädigungen der Hornhaut und der Linse aufwiesen.

Es ist sehr zu beachten, daß die Energie der härtesten, durch starke Bleifilter gefilterten Gammastrahlen mit der Energie der Röntgenstrahlen verglichen gering ist; daß ferner infolge der Härte dieser Strahlen nur außerordentlich wenig davon in der geringen Schichtdicke der oben geschilderten Fälle aufgenommen wurde, und daß doch, eine ganz außerordentliche Wirkung erzielt wurde. Auf der anderen Seite steht die Tatsache, daß mit erheblich größeren Intensitäten der an sich weicheren Röntgenstrahlen — wenn auch die größte erreichbare Härte angewandt wurde — doch nicht mehr geleistet werden konnte, und nur nebenbei unerwünschte schädliche Wirkungen auftraten. Daraus ergibt sich nicht nur der Gedanke an eine katalysatorähnliche Wirkung, welcher oben bereits gestreift wurde, sondern auch und zwar mit bedeutend größerer Evidenz, die Notwendigkeit, die Härte der Strahlung, besonders aber ihre Homogenität ganz bedeutend genauer zu definieren, als es — in Ansehung des auf Abb. 5 dargestellten Sachverhaltes — mit Hilfe der Logarithmenraster gelingt. Wenn auch eine andere, als eine zwischen den Fehlergrenzen auf dem logarithmischen Raster geradelinig verlaufende Strahlung therapeutisch sicherlich unbrauchbar ist, und insofern (aber auch wegen der Bestimmung der Härte des Schwerpunktes absorbierter Strahlungsintensitäten) dieser Darstellungsweise für alle Zukunft ein nicht zu unterschätzender Wert beizumessen ist, so ist es andererseits noch lange nicht hinreichend, zu wissen, daß eine Strahlung vom Gewebe — immer innerhalb der Meßfehlergrenzen — wie eine homogene aufgenommen wird. Es handelt sich also darum, die Qualität der Strahlung viel genauer zu definieren als es an Hand des logarithmischen Rasters jemals praktisch möglich sein wird. Insbesondere muß man Wellenbereiche herausschneiden, die viel enger begrenzt sind, als es dem auf S. 36ff. zufolge Gesagten an Hand der logarithmischen Darstellung überhaupt erreichbar ist; besonders dann, wenn alle Komponenten bereits dem Gebiete einigermaßen durchdringender Strahlung angehören. Deshalb wird man in Zukunft die logarithmische Darstellung bei der Homogenitätsbeurteilung wohl nur als das erste grobe

Kriterium benutzen, abgesehen davon aber nicht umhin können, die eigentliche Strahlenanalyse mit Hilfe der spektralen Zerlegung auszuführen.

Der oben gegebene Vergleich der Behandlung von Augenkarzinomfällen mit Radium und mit Röntgenstrahlen mag vom engeren röntgentherapeutischen Standpunkte aus wegen zweier Dinge etwas weithergeholt erscheinen. Denn es wird erstens dadurch noch nicht bewiesen, daß die verschiedenen, mit Hilfe von Röntgenröhren realisierbaren Strahlenhärten untereinander hinsichtlich ihrer Einwirkung auf das Gewebe so bedeutende Unterschiede aufweisen, wie die zwischen den Röntgen- und Radiumstrahlen beobachteten. Zweitens könnte es aber den Eindruck erwecken, als ob das Beispiel in zu weite Fernen griffe; denn eine Herstellung auch nur annähernd so harter Röntgenstrahlen wie diejenigen des Radiums es sind in einer praktisch brauchbaren Weise (also in genügender Intensität und unter hinreichendem Ausschluß weicher Komponenten) könnte als ein Ding der fernen Zukunft erscheinen.

Aber gerade die Entwicklung, welche seit der Abfassung unseres vorausgegangenen Aufsatzes Platz gegriffen hat, eröffnet Ausblicke, welche beide Bedenken zu widerlegen in der Lage sind.

Bei der Behandlung von Drüsensystemerkrankungen sind mancherlei Erscheinungen beobachtet worden, die darauf schließen lassen, daß die Vorzüge der harten Röntgenstrahlen noch nicht damit erschöpft sind, daß sie den Patienten vor einem Hauterythem schützen. Es hat vielmehr vielfach den Anschein, als ob den weichen Strahlenkomponenten, auch wenn sie nicht so weich bzw. nicht so intensiv sind, daß die Haut durch sie geschädigt würde, die Eigenschaft zukäme, Nebenwirkungen hervorzurufen, welche die vorteilhafte Wirkung der harten Strahlenanteile hindern und sie in einem gewissen Sinne rückgängig machen. Etwas ähnliches könnte sich ergeben, wenn mit harter Strahlung sehr stark überdosiert würde. Näheres kann darüber an dieser Stelle naturgemäß nicht berichtet werden. Beachtenswert ist aber der obige Sachverhalt für die hier gebotenen Gedankengänge deshalb, weil man auch durch ihn auf verschiedene spezifische Wirkungen der dem Bereiche der Röntgenstrahlen angehörenden Härten hingewiesen wird.

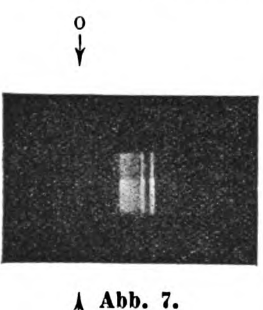


Abb. 7.

Zu den zweiten oben geäußerten Bedenken aber, demjenigen der technischen Herstellbarkeit brauchbarer Intensitäten in einem engeren Bereiche sehr großer Härten, sei auf das anliegende Spektrogramm der **Abb. 7** hingewiesen, welches an einer neuen Apparatur aufgenommen worden ist,

deren Strahlung demnächst verschiedenen Therapiebetrieben zugänglich gemacht werden wird. Über die Art dieser Apparatur sei hier nur bemerkt, daß an ihr eine höhere als die übliche Spannung nicht in Erscheinung tritt; auch arbeitet sie ohne bewegliche Teile und zeichnet sich durch große Konstanz aus. Sie scheint deshalb für den praktischen Betrieb hervorragend geeignet zu sein. Die Darlegung der dieser Apparatur zu Grunde liegenden Gedanken und Konstruktionen würde aber aus dem Rahmen der vorliegenden Darstellung herausfallen und soll demnächst in einem eigenen Aufsatze erfolgen.

An dieser Stelle sei nur darauf hingewiesen, daß es mit Hilfe des neuen Apparates und in Verbindung mit einer geeigneten Filterung gelungen ist, die aus der Spektralaufnahme ersichtliche Strahlung herzustellen. Diese Strahlung ist nach rechts — nach der Seite der größeren Wellenlängen — durch die beiden Systeme der Platin-Iridium-Eigen-K-Strahlung begrenzt; weichere Strahlenanteile sind so gut wie gar nicht vorhanden. Auf der Aufnahme liegt nach links — nach der Seite der kürzeren Wellenlänge zu — die Grenze ungefähr bei der Wellenlänge der Radium-C-Gammastrahlung. Zu bemerken ist aber, daß es mit der neuen Apparatur ohne Schwierigkeit gelingt, die Begrenzung des Spektrums um 30% weiter nach den kurzen Wellenlängen herauszuschieben, als es den Radium-C-Gammastrahlen entspricht. Für die Intensität dieser kurzwelligsten — wie aus der Aufnahme ersichtlich von langwelligen freien Komponenten — Strahlung ist bezeichnend, daß die Spektralaufnahmen in einer Zeitdauer von 20—30 Minuten vollkommen durchexponiert zu werden pflegen.

Zum Schluße sei noch bemerkt, daß es zur Zeit nicht möglich ist zu sagen, welche Ausdehnung auf Grund der spektralen Zerlegung einer für medizinische Zwecke als homogen zu bezeichnenden Strahlungsbereich gerade noch zugestanden werden darf. Darüber müssen Erfahrungen gesammelt werden, für deren Gewinnung das in dem hier wiedergegebenen Spektrogramme dargestellte Gemisch außerordentlich geeignet sein dürfte. Jedenfalls wird man sich von diesem Gemische, welches im Gegensatz zu den sonst therapeutisch angewendeten Strahlungen sich über weniger als eine Oktave erstreckt, einen bedeutenden Fortschritt der röntgentherapeutischen Erfolge unter Berücksichtigung des oben Gesagten versprechen.

Aus der Lupusheilstätte in Wien.

Über Strahlenhämolyse.

Von

W. Hausmann, Wien.

(Mit 2 Abbildungen auf einer Tafel im Text.)

Die Heranziehung der Hämolyse zum Studium biologischer Strahlenwirkungen ist vor etwa 13 Jahren zuerst beschrieben worden. Seither haben sich eine Reihe von Beobachtungen auf diesem Gebiete ergeben, welche eine zusammenfassende Darstellung dieser Materie wünschenswert erscheinen lassen. Eine solche versucht Verfasser in den nachstehenden Ausführungen zu geben. Zugleich sollen in diesen Zeilen auch bisher nicht publizierte Versuche mitgeteilt werden.

Wie durch so viele andere Eingriffe physikalischer und chemischer Natur werden rote Blutkörperchen auch durch verschiedene Strahlenarten derart verändert, daß der in ihnen enthaltene Blutfarbstoff aus den Blutkörperchen austritt, daß es zu Hämolyse kommt. Durch Strahlen verursachte Hämolyse wird im folgenden mit dem Ausdruck „Strahlenhämolyse" bezeichnet. Je nach der Art der Strahlen, die die Hämolyse hervorrufen, wird von Licht- resp. Radiumhämolyse zu sprechen sein. Die Verwertung des handlichen Objektes, wie es die Erythrozyten darstellen, hat sich für die Fragen der Strahlenforschung ebenso bewährt, wie für andere Zweige der experimentellen Biologie.

Die ersten Versuche über Hämolyse durch Lichtstrahlen wurden von G. Sacharoff und Hans Sachs, unabhängig hiervon von H. Pfeiffer an sensibilisierten Erythrozyten unternommen (1905), die Hämolyse durch ultraviolettes Licht zuerst von Schmidt-Nielsen und von G. Busk beobachtet (1906). — Hämolyse durch Radiumstrahlen wurde von Salomonsen und Dreyer im Jahre 1904 beschrieben.

I. Lichthämolyse.

Allgemeiner Teil.

Werden rote Blutkörperchen verschiedenster Tierarten außerhalb des Tierkörpers Lichtstrahlen ausgesetzt, so kann Hämolyse eintreten. Unter geeigneten Bedingungen wird Hämolyse durch ultraviolette Strahlen, sowie durch sämtliche Anteile des sichtbaren Spektrums veranlaßt. Die durch Wärmestrahlen, also durch die ultraroten Bezirke des Spektrums

ausgelösten Veränderungen der Blutkörperchen werden hier nicht besprochen.

Rote Blutkörperchen absorbieren wie fast alle tierischen Gewebe ultraviolette Strahlen in hohem Grade. Die Vorbedingung zur Wirksamkeit dieser Strahlen auf die Erythrozyten erscheint somit nach dem Draperschen Absorptionsgesetze gegeben. Die Hämolyse normaler Erythrozyten durch Lichtstrahlen ist denn auch im wesentlichen auf die ultraviolette Strahlung zurückzuführen (Busk, Hasselbalch). Die langwelligen sichtbaren Anteile des Spektrums werden — in allerdings verschiedenem Maße — bedeutend schwächer absorbiert als die kurzwelligen Strahlenbezirke, sie sind dementsprechend ungleich weniger wirksam als die letzteren. Doch gelingt es bei Verwendung starker Lichtquellen, auch normale Erythrozyten mittels langwelliger Lichtstrahlen zu hämolysieren. Bei Verwendung konzentrierter Strahlen der Bogenlampe kann man auch noch durch die roten Strahlen, also durch die langwelligsten sichtbaren Strahlen, Hämolyse erzielen, wenn die Intensität genügend groß und die Belichtungsdauer entsprechend lang ist. Diese Befunde stehen mit unseren Kenntnissen über biologische Lichtwirkungen im allgemeinen im Einklang, denn viele den kurzwelligen Strahlen zugeschriebene Effekte können unter Umständen auch von den langwelligen bewirkt werden. So sind die ultravioletten Strahlen besonders stark bakterizid; in viel schwächerem Maße ist dies, wie Thiele und Wolf[1]), sowie R. Wiesner[2]) gezeigt haben, auch bei langwelligen Strahlen der Fall.

Ganz anders als bei der Belichtung nicht vorbehandelter roter Blutkörperchen liegen die Verhältnisse, wenn es sich um Erythrozyten handelt, die im Sinne H. v. Tappeiners[3]) für langwellige Strahlen sensibilisiert sind. Die Untersuchungen dieses Forschers und seiner Schüler haben die photobiologische Sensibilisation bei einer großen Reihe fluoreszierender Farbstoffe kennen gelehrt. Durch diese Farbstoffe können Lebewesen, isolierte Zellen sowie von Lebewesen produzierte Stoffe, wie Fermente und Toxine, in hohem Grade lichtempfindlich gemacht werden. Daß man

---

[1]) H. Thiele und K. Wolf, Über die Abtötung von Bakterien durch Licht. Arch. f. Hyg. 60, 1907, S. 29.

[2]) R. Wiesner, Die Wirkung des Sonnenlichtes auf pathogene Bakterien. Ebenda 61, 1907, S. 1.

[3]) Vgl. u. a. H. v. Tappeiner und A. Jodlbauer, Die sensibilisierende Wirkung fluoreszierender Substanzen. Leipzig 1907. — H. v. Tappeiner, Die photodynamische Erscheinung. Erg. d. Phys. 8, 1909, S. 698. — W. Hausmann, Über optische Sensibilisatoren im Tier- und Pflanzenreiche. Fortschr. d. naturw. Forschung, herausg. von E. Abderhalden. 1912, Bd. 6, S. 243. — Fr. Bering, Zur Biologie der physiol. und pathol. Wirkungen des Lichtes. Lubarsch-Ostertag, Erg. d. Path. 1, 1914, S. 790.

auch Erythrozyten durch solche photodynamisch wirksamen Substanzen für Licht angreifbar machen kann, zeigten (s. o.) G. Sacharoff und Hans Sachs[1]), sowie H. Pfeiffer[2]). In Übereinstimmung mit dem Draperschen Absorptionsgesetz hatten H. v. Tappeiner und A. Jodlbauer festgestellt, daß diese Farbstoffe, wie Eosin, Methylenblau und viele andere, in jenen Spektralbezirken wirksam sind, die von ihnen absorbiert werden. Bei vielen hier in Betracht kommenden Farbstoffen liegen die Absorptionsbänder, und demnach auch die wirksamen Strahlen, im sichtbaren Teile des Spektrums. Für Erythrozyten, die durch solche Sensibilisatoren lichtempfindlich gemacht sind, kommen bei der durch diese Körper herbeigeführten Lichthämolyse die ultravioletten Strahlen nicht in Betracht. Doch kann natürlich auch hier die Wirkung, dieser an sich auf die roten Blutkörperchen wirkenden kurzwelligen Strahlen, zu der Hämolyse, die durch die Sensibilisatoren in den langwelligen Spektralbezirken verursacht wird, hinzutreten.

Allerdings kann nie ganz scharf zwischen sensibilisierten und nicht sensibilisierten roten Blutkörperchen unterschieden werden, da die Möglichkeit kaum von der Hand zu weisen ist, daß auch die nicht vorbehandelten Erythrozyten durch natürliche Sensibilisatoren lichtempfindlich gemacht sind. Vor längerer Zeit konnte Verfasser zeigen, daß ein Abbauprodukt des Blutfarbstoffes, das Hämatoporphyrin, photodynamisch wirkt, dasselbe gilt von den natürlich vorkommenden Porphyrinen und von der tierischen Galle.

Es wäre übrigens gar nicht nötig, anzunehmen, daß ein derartiger Farbstoff präformiert in den roten Blutkörperchen vorhanden ist, da er auch während der Belichtung entstehen könnte. Hasselbalch[3]) hat besonders gezeigt, daß durch Belichtung aus dem Oxyhämoglobin Hämatin entsteht. Dieser Farbstoff ist aber nach meinen Erfahrungen kein photobiologischer Sensibilisator, der Abbau des Oxyhämoglobins müßte demnach noch weiter gehen. Hämatoporphyrin selbst scheint nach den Mitteilungen Hasselbalchs bei der Belichtung des Blutes nicht gebildet zu werden, doch wird Hämatin durch Belichtung in allerdings reversibler Weise zu Hämochromogen umgewandelt. Die — übrigens unwahrscheinliche — photodynamische Wirkung dieses Körpers ist bisher nicht untersucht worden.

Die Mitwirkung natürlicher Sensibilisatoren bei der Lichthämolyse normaler Erythrozyten wäre demnach bei Hämolyse solcher Blutkörperchen durch langwelligeres Licht unter besonderen Umständen im Auge zu behalten.

Was die Lichtempfindlichkeit der roten Blutkörperchen betrifft, so läßt sich ganz allgemein sagen, daß diese Zellen gegen die ultravioletten Strahlen an sich nicht besonders empfindlich sind. Sensibilisierte Erythro-

---

[1]) G. Sacharoff und Hans Sachs, Über die hämolysierende Wirkung der photodynamischen Stoffe. Mün. med. Woch. 1905, Nr. 7.

[2]) H. Pfeiffer, Über die Wirkung des Lichtes auf Eosin-Blutgemische. Wien. kl. Woch. 1905, Nr. 9 und 13.

[3]) K. A. Hasselbalch, Untersuchungen über die Wirkung des Lichtes auf Blutfarbstoffe und rote Blutkörperchen usw. Biochem. Ztschr. 19, 1909, S. 435.

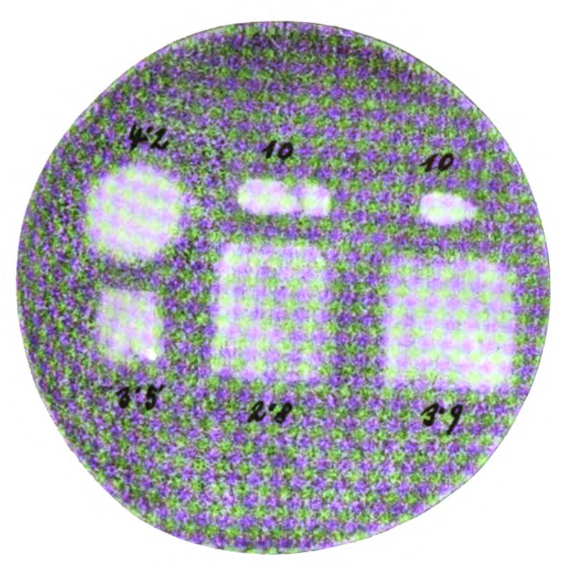


Abb. 1.

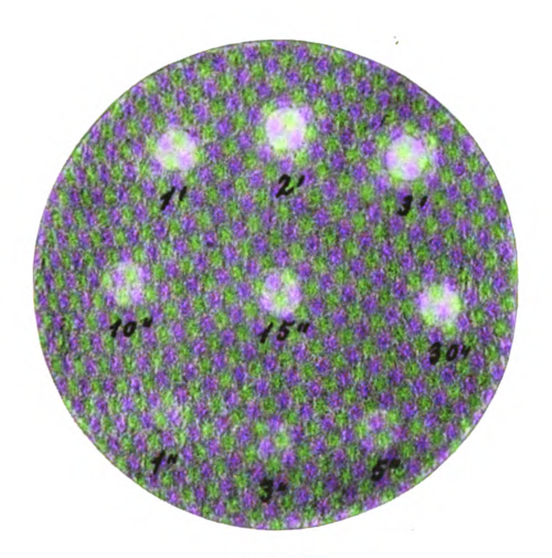


Abb. 2.

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien.



zyten jedoch können je nach der Art des Sensibilisators Empfindlichkeitsgrade aufweisen, die von kaum merklich gesteigerter Empfindlichkeit bis zu hohen Graden derselben variieren.

Auf welche Weise Lichthämolyse zustande kommt, ist — wie es scheint — vorläufig nicht festgestellt. Wie Hasselbalch bemerkt, wird Hämolyse überhaupt durch die verschiedensten Eingriffe verursacht, und die Art der Hämolyse ist wohl je nach der Natur des Eingriffes sehr verschieden. So ist es auch nicht einmal sicher, daß die hier als Strahlenhämolyse besprochene Erscheinung eine einheitliche ist, da ja die Lichthämolyse durch Ätherschwingungen, die Radiumhämolyse zumindest, so weit es sich um die Hämolyse durch die β-Strahlen handelt, durch negative Elektronen, also durch eine korpuskuläre Strahlung, verursacht wird.

Bei der Lichthämolyse ist von Hasselbalch an eine Fettsäurewirkung gedacht worden, da Lezithin, das ja auch im Erythrozyten vorkommt, bei Bestrahlung in Anwesenheit von Uranylverbindungen eine Zunahme seiner Azidität aufweist (Neuberg)[1].

Hasselbalch hat bei der Hämolyse normaler Erythrozyten durch ultraviolette Strahlen gezeigt, daß der gleichzeitig erfolgende Abbau des Blutfarbstoffes in keinem Zusammenhange mit der Hämolyse steht. Ferner wies dieser Forscher nach, daß zur Hämolyse solcher Erythrozyten durch Licht kein Sauerstoff, zumindest in dem die Blutkörperchen umgebenden Medium, nötig ist. Bei sensibilisierten Erythrozyten liegen die Verhältnisse anders. Darauf soll weiter unten eingegangen werden.

Sind wir über den Mechanismus der Lichthämolyse noch wenig unterrichtet, so liegen über den zeitlichen Verlauf dieser Reaktion eine Reihe von Feststellungen vor. Es ist nachgewiesen, daß die Lichthämolyse mit Latenzzeit einhergeht und daß die Zerstörung der Blutkörperchen hierauf nach Art der monomolekularen Reaktionen erfolgt.

Zwischen der Bestrahlung und der durch dieselbe verursachten Hämolyse verstreicht eine bestimmte Latenzzeit, die von Sekunden oder deren Bruchteilen bis zu 1—2 Tagen betragen kann. Bei photochemischen Prozessen hat man seit den grundlegenden Untersuchungen von Bunsen und Roscoe[2]) häufig eine solche Latenzzeit beobachtet. Sie ist von diesen Forschern bei der Bildung von Salzsäuregas aus Chlor und Wasserstoff bei Belichtung entdeckt und als photochemische Induktion bezeichnet worden. Auch bei biologischen Lichtreaktionen wurde derartiges häufig beschrie-

---

[1]) K. Neuberg, Chemische Umwandlungen durch Strahlenarten. Ebenda 13, 1908, S. 311.

[2]) R. Bunsen und H. Roskoe, Photochem. Untersuchungen, 3. Abt., 2. Erscheinungen der photochem. Induktion. Pogg. Ann. 10, 1857, S. 481.

ben, so z. B. von Engelmann[1]) bei seinen Beobachtungen über das Bakt. photometricum und von J. Wiesner[2]) bei der Chlorophyllbildung.

Die Latenzzeit bei der Lichthämolyse normaler Erythrozyten wurde wohl zuerst von Dreyer und Hanssen[3]) mitgeteilt und seither vielfach bestätigt. Sie ist von denselben Autoren auch bei der Hämolyse sensibilisierter roter Blutkörperchen im Licht beobachtet worden.

Ist die Latenzzeit vorüber, so beginnt die Hämolyse, die sich nach den Untersuchungen dieser Autoren derart vollzieht, daß in der ersten Zeiteinheit die Hämolyse eines gewissen Prozentsatzes der Erythrozyten eintritt, in dem nächsten Zeitabschnitte wird prozentisch dieselbe Anzahl der noch vorhandenen Erythrozyten hämolysiert usf. Die Lichthämolyse geht demnach nach Art monomolekularer Reaktionen nach der Formel $\frac{dx}{dt} = k\,(a-x)$ vor sich, wobei a die Anzahl der ursprünglich vorhandenen Blutkörperchen, x die nach einer Zeit t zerstörten, k die Reaktionskonstante darstellt. Ebenso liegen die Verhältnisse nach Dreyer und Hanssen bei sensibilisierten Erythrozyten. Betreffs der experimentellen Belege der Autoren siehe unten.

Was nun die Bedeutung der Lichtquelle für die Hämolyse betrifft, so ist diese selbstverständlich ausschlaggebend für das Zustandekommen und den Ablauf derselben. Es kommt in erster Linie darauf an, daß die Lichtquelle jene Strahlen reichlich und in genügender Intensität aussendet, für die die betreffenden Blutkörperchen empfindlich sind. Für normale Erythrozyten wird demnach hauptsächlich der Gehalt an kurzwelligen Strahlen, für sensibilisierte der Gehalt der Lichtquelle an jenen Strahlen, die von dem betreffenden Sensibilisator absorbiert und verwertet werden, maßgebend sein. Ferner ist noch darauf Rücksicht zu nehmen, daß sich zwischen Lichtquelle und den Blutkörperchen nicht irgendein Medium befindet, welches die wirksamen Strahlen absorbiert.

Das Sonnenlicht der Ebene ist, weil sein Gehalt an kurzwelligen Strahlen gering ist, jedenfalls von unerheblicher Wirkung auf normale Erythrozyten — naturgemäß nach Ausschaltung der Wärmestrahlen. In bedeutenden Höhenlagen wird die starke ultraviolette Strahlung der Sonne aller Wahrscheinlichkeit nach auch hämolysierend auf normale rote Blutkörperchen wirken, wenn man sich die Wirkung dieser Bestrahlung

---

[1]) Th. W. Engelmann, Bakt. photometricum. Ein Beitrag zur vergl. Physiol. des Licht- und Farbensinnes. Pflügers Arch. 30, 1883, S. 95.

[2]) J. Wiesner, Die Entstehung des Chlorophylls in der Pflanze. Wien 1877. S. 82.

[3]) G. Dreyer und O. Hanssen, Sur la loi de la vitesse d'hémolyse des hématies sous l'action de la lumière, de la chaleur etc. Compt. rend. 145, 1907, S. 371.

auf die menschliche Haut vor Augen hält. Derartige Versuche sollen demnächst angestellt werden. Nach den Erfahrungen von O. Baudisch[1]), daß an einem wolkenlosen Augusttage auf dem Monte Rosa (4560 m) um 12 Uhr mittags der lichtchemische Effekt dem einer Quecksilberdampflampe (220 Volt, 3—5 Amp.) fast gleich kam, ist an dem positiven Ausfall solcher Versuche kaum zu zweifeln.

Daß bei sensibilisierten Erythrozyten die sichtbaren Anteile des Sonnenspektrums wirksam sind, wurde schon erwähnt. Bei intensiv wirkenden Sensibilisatoren kann sogar im diffusen Tageslichte trüber Wintertage Hämolyse zustande kommen (Chlorophyll).

Von künstlichen Lichtquellen kommen das elektrische Kohlenbogenlicht, die Quecksilberdampflampen (Quarzlampe, event. auch die Uviollampe) und hochkerzige Glühlampen (Halbwattlampen) in Betracht.

Das Kohlenbogenlicht kann in gewöhnlicher Weise sowie konzentriert zur Anwendung gelangen, in letzterer Form in größter Vollendung mittels Finsenscher Apparate. Je nach der Art der verwendeten Versuchsanordnungen wird bei dem Kohlenbogenlichte das Spektrum ohne oder mit ziemlich weitgehender Ausnützung der ultravioletten Strahlung verwendet. Bei Versuchen mit konzentriertem Kohlenbogenlichte lassen sich bei sensibilisierten wie normalen Erythrozyten wohl die derzeit intensivsten Reaktionen erzielen. So konnte Verfasser bei sensibilisierten Erythrozyten deutlich merkbare Hämolyse nach einer Belichtungsdauer von $^1/_{50}$ Sekunde, bei normalen Erythrozyten nach einer solchen von 1 Sekunde erhalten. Dazu kommt, daß bei diesen Versuchen die Blutkörperchen in relativ wenig empfindlicher Form in Agarplatten fixiert waren, so daß an sich noch kürzere Belichtungszeiten zu Hämolyse führen müssen.

Sehr stark hämolysierende Wirkung besitzt auch das Licht der Quarzquecksilberdampflampe. Bei dieser Lampe ist die starke Einwirkung auf die Blutfarbstoffe besonders hervorzuheben. Die Uviollampe besitzt ebenfalls hämolysierende Wirkung, doch ist sie nicht erheblich. Die Halbwattlampe, eine sehr hochkerzige Glühlampe, kann nur bei Versuchen in längerwelligen Strahlenbezirken in Anwendung kommen.

Zum Schlusse dieser allgemeinen Ausführungen muß noch die Frage gestreift werden, ob die Lichthämolyse in vivo eine Rolle spielt. Dies ist im großen und ganzen sicher nicht der Fall. Allerdings wird es hier vor allem auf die Art des bestrahlten Lebewesens ankommen. Daß Blutkörperchen durchscheinender Lebewesen durch direkte Bestrahlung beein-

[1]) O. Baudisch, Über chemische Lichtwirkung auf großen Bergeshöhen. Jahrb. f. Phot. u. Repr.-Techn. 1914 S. A.

flußt werden können, ist wohl zuerst von Finsen[1]) am Schwanze der Kaulquappe gezeigt worden. Finsen beobachtete in einigen Fällen eine eigentümliche Kontraktion der Erythrozyten, die dann auch von Bang[2]) bemerkt, von Dreyer und Jansen[3]) jedoch nicht gesehen wurde. Doch hat es sich hier nicht um normal zirkulierende Blutkörperchen gehandelt. Dreyer und Jansen fanden, daß die bei der Belichtung der Froschzunge gebildeten Thromben allmählich eine eigentümlich grünlich-braunschwarze Farbe annahmen. Offenbar war hierbei die später von Hasselbalch genauer studierte Zersetzung des Blutfarbstoffes eingetreten.

Bei Bestrahlung von Warmblütern wäre Hämolyse, die intra vitam zustande käme, nur dann zu erwarten, wenn es sich um eine intensive penetrierende Bestrahlung handelt. Das wäre am ehesten bei der Finsenbestrahlung möglich. Bei diesem Belichtungsmodus kommen immer nur zirkumskripte Teile der Körperoberfläche in Betracht. Jedenfalls sind, wenn die Blutzirkulation in der bestrahlten Partie nicht wesentlich gelitten hat, die strömenden Erythrozyten nur Bruchteile von Sekunden der Bestrahlung ausgesetzt. Nun genügt, wie oben bemerkt, eine Belichtung, die nur Bruchteile einer Sekunde dauert, zur Einleitung von Hämolyse. Doch tritt diese erst nach sehr langer Latenzzeit in Erscheinung und es handelt sich in solchen Fällen um sensibilisierte Erythrozyten. Wird demnach eine Hautstelle eines sensibilisierten Tieres mit Finsenlicht bestrahlt, so wäre es wohl möglich, daß Blutkörperchen geschädigt werden und daß dieser vorübergehende Eingriff erst nach vielen Stunden zur Zerstörung von Blutkörperchen führen würde. Voraussetzung wäre hierbei Bindung des Sensibilisators an die Erythrozyten. Im Harne müßte sich dann einige Zeit nach der Bestrahlung Hämoglobin nachweisen lassen. Versuche über Hämolyse bei sensibilisierten Blutagarplatten, bei denen die Strahlen der Finsenlampe das Ohr eines lebenden Kaninchens passieren mußten, ergaben eine, wenn auch sehr abgeschwächte Wirkung. Doch waren die Belichtungszeiten derartige, daß so lange Expositionen unter normalen Bedingungen ausgeschlossen erscheinen. Hämolyse von Erythrozyten nicht sensibilisierter Warmblüter durch Finsenlicht scheint intra vitam kaum möglich, denn es ist nicht anzunehmen, daß die roten Blutkörperchen lange genug exponiert werden. Zudem wären bei der Hämolyse der roten Blutkörperchen des nicht sensibilisierten Lebe-

---

[1]) N. R. Finsen, Recherches sur l'inflammation provoquée par l'action de la lumière solaire. Sem. méd. 1893, S. 470; vgl. Über die Bedeutung der chem. Strahlen des Lichtes. Leipzig 1899. S. 20.

[2]) Zit. nach Dreyer und Jansen.

[3]) G. Dreyer und H. Jansen, Über den Einfluß des Lichtes auf tierisches Gewebe. Mitt. aus Finsens med. Lichtinstitut H. 9, S. 180.

wesens hauptsächlich kurzwellige Strahlen beteiligt, die ungleich weniger in die Tiefe der Gewebe dringen als die bei Anwendung sehr vieler Sensibilisatoren wirksamen langwelligen Strahlen. Bei Mäusen, die mit Hämatoporphyrin sensibilisiert und die infolge von Belichtung verendet waren, konnte nach dem Tode keine Hämolyse beobachtet werden, die Blutkörperchen waren, wie sich herausstellte, auch nicht sensibilisiert. Im Einklang mit diesen experimentellen Ergebnissen stehen auch die Beobachtungen an Kranken, die offenbar infolge abnormer Porphyrinbildung lichtempfindlich waren. In solchen Fällen wird nichts von Hämoglobinurie berichtet. Auch Bestrahlung in hochgelegenen Orten oder durch Quecksilberdampflampen wird aller Erwartung nach direkt keine Hämolyse auslösen, da die hier wirkenden Strahlen ebenfalls nicht tief genug in die Gewebe eindringen können. Im übrigen gilt hier das vom Finsenlicht Gesagte.

Spezieller Teil.

1. Lichthämolyse nicht vorbehandelter Erythrozyten.

Zuerst hat wohl S. Schmidt-Nielsen[1]) Hämolyse von Rindererythrozyten durch ultraviolettes Licht erwähnt. Er bemerkte, daß .... „Blutfarbstoff während der Belichtung heraustritt und chemisch verändert wird".

Gleichzeitig mit diesem Forscher beschrieb G. Busk[2]) Hämolyse normaler Erythrozyten durch kurzwellige Strahlen. Die Belichtung erfolgte im hängenden Tropfen, der das Quarzdeckgläschen und den hohlgeschliffenen Objektträger berührte. Als Lichtquelle diente ein nach Finsen konzentriertes Licht einer Bogenlampe von 50 Amp. 45 Volt. Die mit Kaninchenblutkörperchen (Verdünnung 1 : 20) angestellten Versuche ergaben völlige Hämolyse nach 15 Minuten. Es geht aus den Protokollen von Busk nicht hervor, ob auch die Nachwirkung der Bestrahlung beobachtet wurde. Was die Wellenlänge der hämolysierenden Lichtstrahlen anbelangt, so fand G. Busk keine Hämolyse, wenn durch Glas belichtet wurde. Eine Belichtung mit intensivem Lichte, welches reich an ultravioletten Strahlen ist, ist demnach imstande, Hämolyse und Destruktion normaler Erythrozyten hervorzurufen.

Später hat S. Schmidt-Nielsen[3]) keine Hämolyse, wohl aber Resistenzverminderung der bestrahlten Blutkörperchen gegen hypotonische

[1]) S. Schmidt-Nielsen, Einige Erfahrungen über die Verwendbarkeit des Lichtes als Reagenz. Mitt. aus Finsens med. Lichtinstitut 1906, H. 10, S. 123.

[2]) G. Busk, Die photobiologischen Sensibilisatoren und ihre Eiweißverbindungen. Biochem. Ztschr. 1, 1906, S. 425.

[3]) Zit. nach Hasselbalch, l. c.

Salzlösung festgestellt. Nach Hasselbalch[1]) ist dieses negative Resultat durch die große Konzentration und Schichtdicke des bestrahlten Blutes in den Versuchen Schmidt-Nielsens zu erklären.

Von prinzipieller Bedeutung erscheint die Arbeit von Dreyer und Hanssen (1907)[2]). Die Versuche wurden in einer Thoma-Zeißschen Zählkammer mit Quarzdeckgläschen unternommen. Als Lichtquelle diente die an ultravioletten Strahlen reiche Bangsche Lampe mit gekühlten silbernen Elektroden. Die Zahl der zerstörten Blutkörperchen konnte direkt durch zeitweilige Zählung ermittelt werden. Zunächst geben die Autoren an, daß die ultravioletten, durch Glas zurückgehaltenen Strahlen hämolysierend wirken. Diese Angabe ist ebenso wie die von Busk nach den später zu besprechenden Ergebnissen von Hasselbalch dahin zu modifizieren, daß auch durch Glas hämolysierende Strahlen hindurchgehen.

Die Veränderung der Erythrozyten geht nach Dreyer und Hanssen auf charakteristische Weise vor sich. Die Blutkörperchen schwellen an und verlieren nach und nach ihren Farbstoff. Die Latenzzeit ist um so kürzer, je intensiver die Belichtung ist. Dasselbe haben die Autoren bei Einwirkung von Wärme auf die Erythrozyten festgestellt.

Die Lichthämolyse verläuft nach Art monomolekularer Reaktionen, wie aus der nachstehenden Tabelle von Dreyer und Hanssen hervorgeht.

Belichtung 1′ durch Quarzdeckglas, Latenzzeit 16′.

t	Zahl der beobachteten Erythrozyten a—x	Berechnete Zahl der Erythrozyten a—x
0	98	98
2	87	86
4	75	75
6	67	66
8	60	57
12	44	44
16	35	34
22	22	23
26	17	17
36	9	9
40	7	7
44	5	5
48	4	4

[1]) l. c. [2]) l. c.

Die Reaktion zeigt denselben zeitlichen Verlauf wie eine Reihe anderer photobiologischer Prozesse, die in dieser Richtung ebenfalls von Dreyer und Hanssen[1]) studiert wurden, wie die Veränderung von Glykosiden, Fermenten, Toxinen und Antitoxinen durch Licht.

Eine Reihe wichtiger Befunde verdanken wir Hasselbalch. In Anlehnung an frühere Untersuchungen hatte dieser Autor gefunden, daß Oxyhämoglobin durch Licht in Methämoglobin umgewandelt wird; dieser Farbstoff wird dann weiter zu Hämatin abgebaut. Wirksam sind hierbei vorwiegend Strahlen von Wellenlängen unter $\lambda = 310\ \mu\mu$.

Zunächst ließ sich feststellen, daß die Veränderung des Oxyhämoglobins gleichmäßig erfolgt, ob der Farbstoff in den Blutkörperchen oder in Lösung bestrahlt wird. Ferner wurde gezeigt, daß die Hämolyse auch im Vakuum zustande kommt, während die Veränderung des Oxyhämoglobins bei Sauerstoffabschluß unterbleibt.

Zwischen Belichtungsdauer und dem Grade der Hämolyse bei Belichtung von Blutkörperchen im Vakuum bestehen offenbar komplizierte Verhältnisse. In den darauf bezüglichen Untersuchungen Hasselbalchs ergab sich, daß der Grad der Hämolyse bei Belichtung im Vakuum stärker anwuchs als die Belichtungsdauer.

Am stärksten hämolysierend erweisen sich nach Hasselbalch die Strahlen von Wellenlängen unter $\lambda = 310\ \mu\mu$. Derselbe Autor hat auch zuerst nachgewiesen, daß durch gewöhnliches Glas filtriertes Licht einer Quarzquecksilberlampe ebenfalls in geringem Maße hämolysierend wirkt. Dieser Effekt der durch Glas filtrierten Strahlen tritt auch im Vakuum auf.

Die hämolysierende Wirkung von Lichtstrahlen, die Glas passiert haben, läßt sich leicht auch mit der vom Verfasser für Bestrahlungsversuche benutzten Blutagarplatte nachweisen, bei der in Agar-Agar suspendierte Erythrozyten zur Belichtung gelangen[2]). In einer Reihe von Versuchen[3]) wurden derart fixierte Blutkörperchen mittels eines Finsen-

---

[1]) G. Dreyer und O. Hanssen, Recherches sur les lois de l'action de la lumière sur les glycosides, les encymes, les toxines, les anticorps. Compt. rend. 145, 1907, S. 564.

[2]) In einer Mitteilung (Wien. kl. Woch. 1916, Nr. 40) über Verwendung von Blutagarplatten bei Belichtungsversuchen hatte ich über Versuche berichtet, bei denen Hämolyse durch Bestrahlung mit der Quecksilberdampflampe hervorgerufen war. Bei Vorschaltung von Glas hatte ich keine Hämolyse beobachtet. Die Abbildung einer derartigen Platte war auch — nach einer Zeichnung — meiner Arbeit beigegeben worden. Auch mittels Photographie war keine Hämolyse der durch Glas geschützten Stellen zu beobachten gewesen. Besondere zu diesem Zweck unternommene Versuche mittels eines auf den Boden der Petrischale gelegten Blechkreuzes haben jedoch auch bei Bestrahlung von Blutplatten mit der Quarzlampe durch Glas geringfügige Hämolyse ergeben.

[3]) Nicht veröffentlicht.

Tabelle I.

	Bestrahlung durch Glas								
	Dauer der Belichtung								
	5"	10"	15"	30"	1'	2'	4'	7'	10
Erste Andeutung nach einer Zeit von	—	—	—	32 Std.	7 Std.	86 Min.	Sofort schwach angedeutet	Gleich deutlich	Gleich stark
Starke Hämolyse .	—	—	—	—	48 Std.	20 Std.	2½ Std.	1¼ Std.	—
Komplette Hämolyse	—	—	—	—	—	—	—	Zwischen 30 und 40 Std.	6¼ Std
Verhalten nach 48 Stunden, wenn nicht früher komplett	—	—	—	Sehr deutlich	—	Fast komplett	Fast ganz komplett	—	—

	Bestrahlung durch Bergkristall										
	Dauer der Belichtung										
	1"	3"	5"	10"	15"	30"	1'	2'	4'	7'	10'
Erste Andeutung nach einer Zeit von	—	—	45 Std.	19 Std	9 Std.	2¼ Std.	Gleich angedeutet	Gleich deutlich	Gleich deutlich	Gleich sehr deutlich	Gleich stark
Starke Hämolyse .	—	—	—	—	—	24 Std	2½ Std.	2 Std	15 Min	Weniger als 13 Min.	—
Komplette Hämolyse	—	—	—	—	—	—	27 Std.	18 Std.	2½ Std	1½ Std.	25 Min.
Verhalten nach 48 Stunden, wenn nicht früher komplett	Ganz schwach angedeutet	Schwach angedeutet	Schwach angedeutet	Deutlich angedeutet	Sehr deutlich	Starke Hämolyse	—	—	—	—	—

apparates von 60 Amp. 50 Volt in der unten genauer beschriebenen Weise bestrahlt (S. 77). Wurden die Strahlen durch den Boden der Petrischale, in der sich die Blutagarplatte befand, also durch Glas auf die Erythrozyten geleitet, so trat die Hämolyse ganz ungleich langsamer auf als in

den Versuchen, in denen sich zwischen der Blutagarplatte und der Konzentrationslinse des Finsenapparates eine Platte aus Bergkristall befunden hatte. Das Resultat zweier derartiger Versuche ist vorstehend mitgeteilt. In beiden Versuchen waren je 0,2 ccm Blutkörperchenemulsion (Konzentration annähernd der des defibrinierten Blutes entsprechend) mit 8,5 ccm 1proz. Kochsalzlösung aufgeschwemmt, dann mit 8,5 ccm verflüssigten 2proz. Agars versetzt und in Petrischalen von 9 ccm Durchmesser gegossen worden.

Sogar der langwelligste Teil des sichtbaren Spektrums, die roten Strahlen, sind noch imstande, zu hämolysieren, wenn die Strahlen lange und intensiv genug einwirken. Verfasser konnte noch Hämolyse auf einer Blutagarplatte erzielen, wenn die Strahlen abgesehen vom Glasboden der Petrischale durch ein Schottsches Rotfilter von 3 mm und, um in der Absorption des kurzwelligen Anteiles ganz sicher zu gehen, außerdem noch ein Euphosglas von etwa 1 mm Dicke passieren mußten. Der mitgeteilte Versuch ist an einer Blutkörperchenagarplatte, die 0,2 ccm Blutkörperchenemulsion in 15 ccm $1^1/_2$proz. Agar-Agar enthielt, angestellt worden.

Bestrahlung durch Glas, Euphosglas und Rotfilter		
Dauer der Belichtung		
1′	5′	30′
Keine Hämolyse nach 48 Std.	Nach 36 Std. negativ. Nach 48 Std. kaum angedeutet	Nach 24 Std. schwach angedeutet. Nach 48 Std. fast komplett

An der Hand der eben mitgeteilten Versuche soll nochmals darauf aufmerksam gemacht werden, eine wie lange Zeit zwischen Belichtung und dem makroskopisch wahrnehmbaren Effekte bei derartigen Belichtungen verlaufen, wie groß demnach die Latenzzeit sein kann. So ist in dem Versuche, bei dem die Belichtung durch 5 Minuten hindurch mit Vorschaltung des Rubin- und Euphosglases erfolgte, nach 36 Stunden makroskopisch noch kein Effekt auf der Blutplatte nachweisbar gewesen, erst nach 48 Stunden war eine schwache Andeutung wahrzunehmen.

2. Lichthämolyse sensibilisierter Erythrozyten.

Wie oben bemerkt, sind die Untersuchungen über Hämolyse sensibilisierter Blutkörperchen im Lichte denen über Hämolyse normaler Erythrozyten vorausgegangen. Einige Jahre nach den grundlegenden Arbeiten

H. v. Tappeiners (1899 u. f.) und seiner Schule über die photodynamische Erscheinung haben G. Sacharoff und Hans Sachs (1905)[1]) gezeigt, daß rote Blutkörperchen bei Gegenwart sensibilisierender Farbstoffe, wie Eosin u. a. m., im Lichte hämolysiert werden, während sie im Dunkeln durch diese Farbstoffe nicht oder nur sehr wenig angegriffen werden. Nahezu gleichzeitig ist H. Pfeiffer[2]) zu denselben Resultaten gekommen.

G. Sacharoff und H. Sachs teilten die von ihnen untersuchten fluoreszierenden Farbstoffe in zwei Gruppen ein. 1. Farbstoffe, die im Dunkeln nur spurenweise wirken und nur bei gleichzeitiger Belichtung hämolysieren. 2. Farbstoffe, die auch bei Lichtabschluß hämolysieren, im Lichte aber in ihrer Wirkung erheblich gesteigert werden. Zur ersten Gruppe gehören u. a. Eosin, Methylenblau, Fluoreszein, zur zweiten Erythrosin, Methylenviolett, Chinolinrot u. a. m. Die photodynamische Wirkung auf Erythrozyten geht der Wirkung auf Paramäzien parallel. Auch bei dieser Lichthämolyse handelt es sich, wie schon v. Tappeiner an anderen Objekten festgestellt hatte, nicht um die Wirkung des emittierten Fluoreszenzlichtes. Es ist direkter Kontakt zwischen Blutkörperchen und Farbstoff nötig, um die durch den absorbierenden Farbstoff bewirkte Umsetzung der Lichtenergie in ihrer Wirkung auf die Erythrozyten zu ermöglichen. Die Erfahrungen v. Tappeiners, daß nur fluoreszierende Farbstoffe photodynamisch wirken, wurden von Sacharoff und Sachs auch an Erythrozyten bestätigt. Naturgemäß fanden die Autoren die Hämolyse am stärksten bei direkter Sonnenbestrahlung, doch kann diese auch durch diffuses Tageslicht, wenn auch in ungleich schwächerem Maße, bewirkt werden.

Von verschiedenen Seiten [Ledoux-Lebard[3]), Straub[4]), Jodlbauer und v. Tappeiner[5])] war festgestellt worden, daß die Anwesenheit von Sauerstoff bei der Lichtwirkung photodynamischer Stoffe nötig ist. Dasselbe zeigten Sacharoff und Hans Sachs auch in ihren Versuchen an Erythrozyten. Durch Zusatz von Natriumsulfit — eines Sauerstoff an sich reißenden Körpers — konnte in der Tat die hämolysierende

---

[1]) l. c.

[2]) l. c.

[3]) Ledoux-Lebard, Action de la lumière sur la toxicité de l'eosine etc. Ann. Pasteur 16, 1902, S. 587.

[4]) W. Straub, Über chemische Vorgänge bei der Einwirkung von Licht auf fluoreszierende Substanzen. Mün. med. Woch. 1904, Nr. 25, und Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 51, 1904, S. 383.

[5]) A. Jodlbauer und H. v. Tappeiner, Über die Beteiligung des Sauerstoffes bei der photodynamischen Wirkung fluoreszierender Stoffe. Mün. med. Woch. 1904, Nr. 26.

Wirkung des Erythrosins im Licht aufgehoben werden. Doch macht sich diese hemmende Wirkung nicht allzulange geltend, da späterhin das Sulfit in Sulfat umgewandelt ist und sich die photodynamische Wirkung des Erythrosins wieder frei entfalten kann.

Kurze Zeit nach den eben besprochenen Untersuchungen berichtete H. Pfeiffer über ähnliche Versuche, die zu denselben Ergebnissen führten. H. Pfeiffer wies besonders darauf hin, daß bei länger fortgesetzten Belichtungen Eosinverdünnungen noch deutlich hämolysierend wirken, welche nach kürzerer Bestrahlung eine derartige Wirkung nicht zeigen.

In den bisher mitgeteilten Untersuchungen war von photodynamischer Hämolyse durch künstliche Farbstoffe die Rede. Verfasser hat sich mit der sensibilisierenden Eigenschaft natürlicher Farbstoffe, insbesondere auf Erythrozyten, beschäftigt (1908 u. f.). Abgesehen von einer Beobachtung von A. Jodlbauer und H. v. Tappeiner[1]) (1904) über die sensibilisierende Wirkung des vom B. pyocyaneus produzierten Farbstoffes auf Paramäzien, lagen anscheinend in dieser Beziehung keine Untersuchungen vor.

Es kam nicht nur darauf an, unter den natürlichen Farbstoffen photodynamisch wirksame festzustellen, sondern es war vor allem darauf zu achten, ob derartige als Sensibilisatoren erkannte Farbstoffe nicht auch unter natürlichen Bedingungen wirksam seien. Die Verwendung von Erythrozyten hat sich bei diesen Versuchen besonders bewährt, wenn es sich darum handelte, natürliche Farbstoffe oder Auszüge pflanzlicher oder tierischer Gewebe in der Richtung zu untersuchen, ob sie photodynamisch wirksam sind oder nicht. Dies gilt insbesondere von Substanzen, die im Wasser nicht ohne weiteres löslich sind, von Alkohol jedoch aufgenommen werden, wie dies bei Chlorophyll der Fall ist. Der Farbstoff wird, wie Willstätter gezeigt hat, aus alkoholischen Lösungen durch Wasser nicht gefällt, sondern in kolloidale Form übergeführt. In dieser Modifikation kann man leicht die sensibilisierende Wirkung des Chlorophylls auf Erythrozyten erproben. Methylalkoholische Extrakte der verschiedensten grünen Pflanzenteile wirken sensibilisierend auf Erythrozyten. Diese Wirkung ist in der Hauptsache auf das Chlorophyll zurückzuführen, wie Versuche mit kristallisiertem Chlorophyll ergaben. Kristallisiertes Chlorophyll ist eine der am stärksten photodynamisch auf Erythrozyten wirkenden Substanzen, die bisher beobachtet wurde[2]). Auch die Extrakte etiolierter Pflanzen, die noch

---

[1]) A. Jodlbauer und H. v. Tappeiner, Über die Wirkung photodynamischer (fluoreszierender) Stoffe auf Bakterien. Mün. med. Woch. 1904, Nr. 25.

[2]) W. Hausmann, Die photodynamische Wirkung des Chlorophylls usw. Biochem. Ztschr. 16, 1909, S. 295.

kein Chlorophyll enthalten, wirken sensibilisierend auf Erythrozyten. Sie enthalten demnach ebenfalls einen photodynamisch wirkenden Farbstoff[1].

Sensibilisierend wirkt ferner ein Chlorophyllderivat, das Phylloporphyrin, unwirksam ist die Mehrzahl der Blütenfarbstoffe, sowie zwei intensiv fluoreszierende Algenfarbstoffe, Phykoerythrin und Phykozyan[2]. Auf diese letzteren soll später eingegangen werden.

Die Erfahrungen an Pflanzenfarbstoffen veranlaßten den Verfasser, auch tierische Farbstoffe in ihrer photodynamischen Wirkung auf Erythrozyten zu untersuchen. Zunächst konnte bei der Galle verschiedener Tiere deutlich photodynamische Wirkung auf Erythrozyten beobachtet werden. In einigen Fällen wäre hier der Einwand möglich gewesen, daß es sich um fluoreszierende Chlorophyllderivate gehandelt habe, die nach L. Marchlewski[3]) durch die Galle ausgeschieden werden. Doch konnte gezeigt werden, daß die Galle von Hunden, die längere Zeit hindurch sicher chlorophyllfreie Nahrung erhalten hatten, ebenfalls Erythrozyten sensibilisierte. Sehr wirksam erwiesen sich ferner in ihrer sensibilisierenden Wirkung auf Erythrozyten die bisher untersuchten isolierten Porphyrine, keine Wirkung hatten Oxyhämoglobin und Hämatin[4]. In der nachstehenden Tabelle sind einige Erfahrungen über photodynamisches Verhalten natürlicher Substanzen wiedergegeben.

Bei Betrachtung dieser Tabelle fällt vor allem auf, daß der Blutfarbstoff *κατ' ἐξοχήν*, das Oxyhämoglobin, nicht sensibilisierend wirkt, wohl aber der Hauptrepräsentant pflanzlicher Farbstoffe, das Chlorophyll[5].

Von Interesse ist die photodynamische Unwirksamkeit von Phykoerythrin und Phykozyan, dieser schön fluoreszierenden Farbstoffe, die

[1]) W. Hausmann und L. v. Portheim, Die photodynamische Wirkung der Auszüge etiolierter Pflanzenteile. Ebenda 21, 1909, S. 51.

[2]) W. Hausmann, Über die sensibilisierende Wirkung des Hämatoporphyrins. Strahlenther. 3, 1913, S. 112.

[3]) L. Marchlewski, Chemie der Chlorophylle. Braunschweig 1909.

[4]) W. Hausmann, Die sensibilisierende Wirkung des Hämatoporphyrins. Biochem. Ztschr. 30, 1910, S. 276. Vgl. ebenda 67, 1914, S. 309; 77, 1916, S. 268. — Strahlenther. 3, 1913, S. 112. — Vgl. Fr. Meyer-Betz, Untersuchungen über die biol. phot. Wirkung des Hämatoporphyrins. Arch. f. exp. Path. 112, 1913, S. 476.

[5]) Anmerkung: Bei dieser Gelegenheit möchte ich darauf hinweisen, daß die Bemerkung von H. L. Heusner (Strahlenther. 7, 1916, S. 198): .... „daß Hämoglobin wie Chlorophyll zwei unserer stärksten Sensibilisatoren sind", soweit sie sich auf Hämoglobin bezieht, unrichtig ist. Ich würde gegen diese kurze Äußerung Heusners nicht Stellung nehmen, wenn sie nicht in einem der sehr lesenswerten Referate von Strauß (Med. Kl. 1916, Nr. 47) wiedergegeben wäre und somit unwidersprochen in die Literatur überzugehen scheint.

Tabelle II.

Farbstoffe resp. Rohmaterial	Sensibilisierende Wirkung auf Erythrozyten
Oxyhämoglobin	negativ
Hämatin	negativ
Hämatoporphyrin	positiv
Mesoporphyrin	positiv
Isoliertes Harnporphyrin (H. Fischer)	positiv
Isoliertes Kotporphyrin (H. Fischer)	positiv
Rohporphyrin aus dem Harne von Porphyria congenita	positiv
Rohporphyrin aus dem Harne eines Bleikranken	positiv
Rohporphyrin aus dem Integument von Eisenia foetida	positiv
Porphyrinhaltiger Harn (Porphyria congenita)	negativ
Galle	positiv
Chlorophyll	positiv
Rohchlorophyll	positiv
Auszüge etiolierter Pflanzenteile	positiv
Phylloporphyrin	positiv
Verschiedene Blütenauszüge	negativ
Phykozyanhaltige Algenextrakte	negativ
Phykoerythrinhaltige Algenextrakte	negativ

jedoch wohl mit der Eiweißnatur der genannten Körper zusammenhängt[1]). Im Hinblick auf Befunde von Busk (1906) ist der Mangel sensibilisierender Eigenschaften bei Phykozyan und Phykoerythrin ohne weiteres verständlich.

Busk[2]) hatte beobachtet, daß Zusatz von Serum zu Sensibilisatoren Herabsetzung resp. Aufhebung der sensibilisierenden Wirkung solcher Stoffe gegenüber Paramäzien bewirkt. Dieselben Resultate wurden von ihm auch bei Erythrozyten erhalten. In beiden Fällen war die schützende Serumwirkung deutlich ausgesprochen. Auch die photodynamische Wirkung verschiedener Substanzen auf Fermente und Toxine kann durch Serumzusatz verringert werden, doch nicht in dem Maße, wie in den Versuchen mit Paramäzien und Erythrozyten. Sera verschiedener Individuen derselben Art besitzen die verzögernde Eigenschaft nicht in gleicher Größe. Sie ist nach Busk um so stärker ausgesprochen, je geringer die Alkaleszenz des Serums ist. Diese Wirkung ist offenbar auf die Eiweißkörper des Serums zurückzuführen. Die kolloidale Natur des hemmenden

[1]) Vgl. Harald Kylin. Ztschr. f. phys. Chem. 69, 1910, S. 169.
[2]) l. c.

Körpers an sich scheint nicht das Maßgebende zu sein. Hühnereiweiß verhält sich ähnlich, doch wirkt Serum besser. Diese Schutzwirkung kommt nach Busk dadurch zustande, daß die betreffenden sensibilisierenden Farbstoffe mit den Eiweißstoffen des Serums Verbindungen eingehen, die nicht dieselben sensibilisierenden Eigenschaften besitzen wie die photodynamischen Farbstoffe selbst. In diesen Verbindungen der Sensibilisatoren mit den Eiweißkörpern des Serums ist nach Busk auch einer der Gründe zu suchen, weshalb die meisten Sensibilisatoren, die in vitro auf Erythrozyten und auf Paramäzien starke Wirkungen ausüben, in den allermeisten Fällen nicht imstande sind, Warmblüter in toto zu sensibilisieren. Jedenfalls geht die Stärke der sensibilisierenden Wirkung auf Erythrozyten mit der Wirkung auf warmblütige Tiere nicht parallel. Die photodynamische Wirkung des Erythrosins für Erythrozyten ist z. B. mindestens so stark wie die des Hämatoporphyrins, die sensibilisierende Wirkung des letztgenannten Körpers auf Warmblüter jedoch ganz ungleich stärker als die des Erythrosins, während ein anderes Porphyrin (Mesoporphyrin) Erythrozyten sehr intensiv sensibilisiert, Warmblüter aber nur unsicher lichtempfindlich macht [Hans Fischer[1]), Verfasser[2])].

Wie oben erwähnt, haben Dreyer und Hanssen (1907) Untersuchungen über den zeitlichen Ablauf der Lichthämolyse bei normalen Erythrozyten angestellt. Entsprechend diesen Erfahrungen fanden sie auch an Erythrozyten, die mit Erythrosin sensibilisiert waren, daß die Hämolyse erst nach einiger Zeit eintritt und daß auch hier die Reaktion nach Art der monomolekularen Reaktionen verläuft. Beobachtungen über den zeitlichen Ablauf der Hämolyse haben weiterhin O. Harzbecker und A. Jodlbauer (1908)[3]) mitgeteilt. Diese Arbeit wird weiter unten zu besprechen sein.

Über den Angriffsort der fluoreszierenden Substanzen auf rote Blutkörperchen, die bei gleichzeitiger Belichtung Hämolyse verursachen, liegen Untersuchungen von H. v. Tappeiner vor. In einer früheren Arbeit hatten H. v. Tappeiner, F. Osthelder und E. Erhardt[4]) ähnliche Versuche an Paramäzien unternommen, auf die kurz eingegangen

---

[1]) H. Fischer, Über Blut- und Gallenfarbstoff. Erg. d. Phys. 15, 1916, S. 791.

[2]) W. Hausmann, Über die sensibilisierende Wirkung der Porphyrine. Biochem. Ztschr. 67, 1914, S. 309.

[3]) O. Harzbecker und A. Jodlbauer, Über den zeitlichen Ablauf der Hämolyse bei der Belichtung sensibilisierter roter Blutkörperchen. Ebenda 12, 1908, S. 306.

[4]) H. v. Tappeiner (nach Versuchen von F. Osthelder und E. Erhardt), Untersuchungen über den Angriffsort der photodynamischen Stoffe bei Paramäzien. Ebenda 12, 1908, S. 290.

werden muß. Zunächst war untersucht worden, ob Paramäzien nach ihrer Trennung von der Farbstofflösung noch sensibilisiert waren. Bei Methylenblau und dichloranthrazendisulfosaurem Natrium war dies der Fall, bei Eosin war dies nicht mit Sicherheit nachzuweisen. Wurden Paramäzien verschieden lang vor der Belichtung in niedrigen Konzentrationen der ersterwähnten Farbstoffe belassen, so verendeten jene früher, die länger in den Lösungen waren, als solche, die der Einwirkung im Dunkeln kürzere Zeit hindurch ausgesetzt waren. Bei Eosin traf dies nicht zu, hier scheint es sich demnach um eine „Außenwirkung" zu handeln. Bei höheren Konzentrationen zeigten dies auch dichloranthrazendisulfosaures Natrium und Methylenblau. Diese Versuche an Paramäzien waren jedoch schwer zu beurteilen, weil man nicht wissen konnte, ob die gelösten Stoffe durch die Zellwand oder durch die Mundöffnung ins Innere der Zellen gelangen. Deshalb nahm H. v. Tappeiner[1]) diese Untersuchungen an Erythrozyten wieder auf. Es stellte sich nun heraus, daß Eosin und dichloranthrazendisulfosaures Natrium offenbar in einer Form von den Erythrozyten aufgenommen werden, in der die Farbstoffe noch sensibilisierend wirken können. Hier handelt es sich demnach um „Innenwirkung". Doch muß, abgesehen hiervon, auch Außenwirkung vorhanden sein, denn die Blutkörperchen werden bei Belichtung in der fluoreszierenden Lösung rascher hämolysiert als nach vorheriger Auswaschung. Methylenblau hingegen zeigt hier nur „Außenwirkung". Die Versuche an Paramäzien und Erythrozyten ergaben demnach verschiedene Resultate. Das von den Erythrozyten aufgenommene Erythrosin geht ebenso wie dichloranthrazendisulfosaures Natrium und Phenosafranin bei längerem Stehen wieder aus den Blutkörperchen heraus. Bei Eosin ergab sich die merkwürdige Tatsache, daß die Konzentration des Eosins in den Blutkörperchen eine höhere gewesen sein mußte, als es der Intensität der photodynamischen Reaktion entsprach, und sogar auch höher als die Konzentration der Außenlösung. Ein Teil des aufgenommenen Eosins muß nach v. Tappeiner in einer Form gebunden oder absorbiert enthalten sein, welche eine Sensibilisierung nicht mehr zuläßt. In der Natur scheint Ähnliches vorzukommen. Oben wurde darauf hingewiesen, eine wie bedeutende sensibilisierende Wirkung den Porphyrinen zukommt. Zielinska[2]) hat jedoch gefunden, daß ein Porphyrin, welches im Integument einer Regenwurmart (Eisenia foetida) sich findet, diese Tiere nicht nur nicht lichtempfindlich macht, sondern sogar gegen Bestrahlung schützt. Aus Eisenia extrahiertes Porphyrin

[1]) H. v. Tappeiner, Untersuchungen über den Angriffsort der fluoreszierenden Substanzen auf rote Blutkörperchen. Biochem. Ztschr. 13, 1908, S. 1.

[2]) J. Zielinska, Die Lichtwirkung auf die Regenwurmgattung Eisenia usw. Anz. d. Ak. d. Wiss., Krakau 1913, math.-naturw. Klasse B, S. 511.

ist aber nach den Untersuchungen des Verfassers imstande, Erythrozyten in hohem Grade zu sensibilisieren. Es erscheint biologisch von Interesse, daß ein Farbstoff je nach der Art seines Vorkommens in der Natur einmal schützend, das andere Mal sensibilisierend wirken kann[1]).

Im Anschlusse an die eben besprochenen Untersuchungen v. Tappeiners haben O. Harzbecker und A. Jodlbauer untersucht, ob der zeitliche Ablauf der Lichthämolyse bei intrazellulär oder extra- und intrazellulär wirkenden Stoffen der gleiche ist. Sie fanden, ebenso wie Dreyer und Hanssen, daß bei Belichtung von Erythrozyten in Eosinlösung eine gewisse Belichtungsdauer notwendig ist, bis die ersten Spuren der Hämolyse auftreten, die dann allmählich weitergeht (Innen- und Außenwirkung). Dasselbe Verhalten ist zu beobachten, wenn Erythrozyten, die sich in Eosin befunden hatten, nach der Trennung von Eosin bestrahlt werden (Innenwirkung). Versuche mit dichloranthrazendisulfosaurem Natrium ergaben dieselben Resultate. Es ist demnach für den zeitlichen Ablauf der Hämolyse gleichgültig, ob der fluoreszierende Stoff nur innerhalb oder außerhalb und im Inneren der Zelle wirkt. In beiden Fällen vollzieht sich der Austritt des Hämoglobins nach und nach. Bei Beobachtung sensibilisierter Erythrozyten im hängenden Tropfen beobachteten Harzbecker und Jodlbauer, daß die Erythrozyten sich nach vorausgegangener Quellung mit Eosin beladen, so daß die Außenlösung fast entfärbt wird. Diese dunkelrot gefärbten Zellen werden selbst nach stundenlanger Belichtung nicht hämolysiert. Nach Auffassung der Autoren würde es sich um Koagulation der Eiweißkörper in den Zellen und dadurch bedingte Fixation handeln. In den Versuchen von Harzbecker und Jodlbauer wurde nach längerer Induktionsperiode eintretende komplette Hämolyse sensibilisierter Erythrozyten (10 ccm einer 5proz. Erythrozyten-Aufschwemmung, versetzt mit $^1/_{2000}$ Mol Eosin; Lichtquelle: Kohlenbogenlampe von 30 Amp. bei 110 Volt mit Magnaliumreflektor) nach einer Belichtungsdauer von 1 Minute beobachtet.

Mittels des oben erwähnten Blutplattenverfahrens läßt sich bei Verwendung konzentrierten Lichtes Hämolyse nach ungleich kürzerer Belichtungsdauer erzielen, und zwar war in einem Versuche nach einer Belichtungsdauer von $^1/_{50}$ Sekunde nach 18 Stunden deutliche Hämolyse auf der bestrahlten Stelle festzustellen, nach einer Bestrahlung von 1 Sekunde war die betreffende Stelle nach derselben Zeit fast komplett hämolysiert.

---

[1]) W. Hausmann, Zur sensibilisierenden Wirkung der natürlichen Porphyrine. Biochem. Ztschr. 77, 1916, S. 268.

Versuch.

1 cm³ Blut, 5 cm³ 0,1 % Erythrosin, 15 Agar-Agar (2 %).

Bestrahlungsdauer	1''	1/2''	1/5''	1/10''	1/25''	1/50''	1/100''
Effekt nach 18 Std.	fast komplett	stark	ziemlich stark	sehr deutlich	deutlich	deutlich angedeutet	negativ

Bei einer anderen, empfindlicheren Platte trat nach Bestrahlung von 1 Sekunde komplette Hämolyse nach $2^1/_2$ Stunden ein.

Zum Schlusse dieser Ausführungen über die Lichthämolyse sensibilisierter Erythrozyten sind noch die Untersuchungen Hasselbalchs (1909) anzuführen, soweit dies nicht schon im allgemeinen Teil geschehen ist. Hasselbalch fand in Übereinstimmung mit ähnlichen Befunden v. Tappeiners u. a., daß die sensibilisierende Wirkung des Eosins auf rote Blutkörperchen sich nur dann geltend macht, wenn Sauerstoff vorhanden ist, zugleich mit der Hämolyse wurde durch Eosin auch die Bildung von Methämoglobin im Lichte gefördert. Eosin ist also in diesem Falle auch ein Sensibilisator für Methämoglobinbildung, die nur dann eintritt und auch nur dann von Eosin gefördert wird, wenn Sauerstoff vorhanden ist. Ähnlich wie Busk durch Zusatz von Serum, konnte Hasselbalch durch Rohrzucker und Traubenzucker die sensibilisierende Wirkung des Eosins für rote Blutkörperchen hemmen oder ganz aufheben. Es gelingt demnach in verschiedener Weise — Sauerstoffentzug, Zusatz bestimmter Substanzen —, die Reaktion zwischen Farbstoff und Erythrozyten, die dem Sensibilisationsprozeß zugrunde liegt, zu verhindern.

Man kann annehmen, daß die Zersetzung der Blutkörperchen durch bloße Belichtung im Vakuum kein Reduktionsprozeß ist oder wenigstens nicht mit Abspaltung von Sauerstoff einhergeht. Sonst müßte nach Hasselbalch das Vorhandensein eines oxydierbaren Sensibilisators den Prozeß im Vakuum beschleunigen können. In der Tat werden auch zwei sichere Reduktionsprozesse im Vakuum sensibilisiert, und zwar die Umbildung des Hämatins im Hämochromogen und die Umbildung des Methämoglobins in reduziertes Hämoglobin. Nur bei solchen photochemischen Prozessen kann wahrscheinlich Sensibilisation im Vakuum eintreten, bei denen entweder durch abgehaltenen Sauerstoff oder in anderer Weise eine Oxydation des Sensibilisators erfolgen kann. Die photobiologische Sensibilisation wäre demnach prinzipiell mit der photographischen in Parallele zu setzen, insofern sie sich auf Reduktionsprozesse gründet. Eine unbedingte Identifizierung beider Prozesse hält Hasselbalch bei der wahrscheinlich viel größeren Kompliziertheit des photobiologischen Prozesses nicht für zweckmäßig.

II. Radiumhämolyse.

Allgemeiner Teil.

Durch Radiumstrahlen sowie durch die Strahlen anderer radioaktiver Substanzen kann ebenfalls Hämolyse hervorgerufen werden. Der Kürze halber werden alle diese Prozesse als „Radiumhämolyse" bezeichnet.

Wie bei der Hämolyse durch Licht, so ist auch diese Erscheinung besonders an bestimmte Strahlen gebunden; auch in diesem Falle ist daran festzuhalten, daß nur jene Radiumstrahlungen auf die Erythrozyten wirken können, die von ihnen merklich absorbiert werden. Das sind die α- und β-Strahlen. Sicher läßt sich nach den Untersuchungen des Verfassers bisher sagen, daß β-Strahlen hämolysieren können. Daß Hämolyse durch α-Strahlen zustande kommt, ist bei der totalen Absorption, der die α-Teilchen in den Erythrozyten unterliegen, und nach einigen Beobachtungen sehr wahrscheinlich, aber noch nicht sichergestellt. Hingegen ist man allem Anscheine nach nicht imstande, mit der so wenig absorbierbaren γ-Strahlung Hämolyse innerhalb der bisherigen Versuchsbedingungen zu erzielen. Die Feststellung steht im Einklang damit, daß man mit Röntgenstrahlen, die wir den γ-Strahlen wesensgleich aufzufassen haben, trotz intensivster Bestrahlung bisher in vitro nicht hämolysieren konnte.

Die Hämolyse durch Radiumstrahlen ist wie die durch Lichtstrahlen an eine Latenzzeit gebunden, dann verläuft sie ebenso wie die Lichthämolyse nach Art der monomolekularen Reaktionen. Die Zerstörung der Erythrozyten durch Radiumstrahlen geht auch bei Verwendung starker Präparate ungleich langsamer vor sich als die Hämolyse durch Licht. Die Ursache der Radiumhämolyse ist ebenso wenig bekannt wie diejenige der Lichthämolyse. Daß die Strahlengattungen, welche die Licht- und Radiumhämolyse verursachen, verschieden sind, wurde schon bemerkt. Die von G. Schwarz[1]) beobachtete Lezithinzersetzung ist von Henri und Mayer[2]) mit der Radiumhämolyse in Zusammenhang gebracht worden. Zu erwähnen wäre hier die von Bose[3]) vertretene Theorie der mechanischen β-Strahlenwirkung. Danach würde der größte Teil der durch Kathodenstrahlen ausgelösten chemischen Wirkungen durch die elastische Erschütterung oder durch den elastischen Stoß zu

---

[1]) G. Schwarz, Über die Wirkung der Radiumstrahlen. Arch. f. d. ges. Phys. 100, 1903. — Fortschr. d. Röntg. 25, 1918, Nr. 4.

[2]) l. c.

[3]) E. Bose, Zur Chemie der Kathodenstrahlen. Ztschr. f. Elektrochem. 10, 1904, S. 588.

erklären sein, welche die fast mit Lichtgeschwindigkeit sich bewegenden Elektronen bei ihrem Anprall der dichten Materie erteilen. Allerdings tritt nach Sheppard[1]) zu dieser rein mechanischen Einwirkung die Möglichkeit, daß durch den beim Anprall entstehenden starken Druck autokatalytische Reaktionen ausgelöst werden. Beides könnte auch für die Hämolyse durch β-Strahlen zutreffen. Doch hat Bose selbst die elektrochemische Wirksamkeit der Kathodenstrahlen neben der mechanischen betont.

Eine Schädigung roter Blutkörperchen bei Radiumbestrahlung von Warmblütern in vivo ist trotz der nicht ganz unbedeutenden Tiefenwirkung unwahrscheinlich. Die Radiumhämolyse geht viel zu langsam vor sich, als daß bei normaler Zirkulation eine Schädigung der Erythrozyten zu erwarten wäre.

Sensibilisation gegen Radiumstrahlung scheint bisher nicht gelungen zu sein.

Spezieller Teil.

Zuerst haben sich wohl V. Henri und A. Mayer[2]) mit dem Einfluß von Radiumstrahlen auf rote Blutkörperchen beschäftigt. Sie beobachteten hierbei keine Hämolyse, jedoch eine Schädigung der Erythrozyten. Rote Blutkörperchen, die mit Radium bestrahlt waren, gaben an Salz- und Zuckerlösungen, welche normale Blutkörperchen intakt ließen, Salze sowie Hämoglobin ab. Die Menge des ausgetretenen Hämoglobins wurde kolorimetrisch, die der Salze durch Leitfähigkeitbestimmungen nachgewiesen. Die Autoren weisen auf die schon erwähnten Untersuchungen von G. Schwarz über die Einwirkung des Radiums auf das Hühnerei hin. Schwarz[3]) hatte hierbei die Lezithinschädigung als das Primäre angesehen, an eine solche dachten auch Henri und Mayer bei der Schädigung roter Blutkörperchen durch Radiumstrahlen. Zu bemerken ist, daß die Lezithinspaltung nach Schwarz ebenfalls nur durch β-Strahlen erfolgt, durch welche (s. o.) auch die Radiumhämolyse hervorgerufen wird. —

Hämolyse durch Radiumstrahlen ist dann kurz nach den Beobachtungen von Henri und Mayer von Salomonsen und Dreyer[4])

---

[1]) S. E. Sheppard, Lehrbuch der Photochemie. Deutsch von Max Iklé. Leipzig 1916. S. 381.

[2]) V. Henri und A. Mayer, Actions des radiations du radium sur les colloides, ... et les globules rouges. Compt. rend. 138 1 I, 1904, S. 521.

[3]) l. c. — vgl. Gäwyler. Fortschr. d. Röntg. 25, 1917, S. 41.

[4]) C. J. Salomonsen und G. Dreyer, Recherches sur les effets physiologiques du radium. Compt. rend. 138 1 II, 1904, S. 1543.

beschrieben worden. In ihrer ersten Mitteilung berichteten diese Autoren über Bestrahlung von Erythrozyten im hängenden Tropfen unter einem Glimmer- oder Quarzplättchen (50 mg Radiumbromid). Es wurde ausgesprochen hämolysierende Wirkung beobachtet, die bei den Blutkörperchen verschiedener Tierarten eine verschieden große war. Während bei Mäuseerythrozyten (1 Tropfen auf 100 cm^3 physiol. Kochsalzlösung) in 3—4 Stunden komplette Hämolyse eintrat, dauerte dies bei Menschen- und Kaninchenblutkörperchen bei gleicher Konzentration und Versuchsanordnung drei- bis viermal so lange.

In einer späteren Mitteilung haben dieselben Autoren die quantitativen Verhältnisse bei der Radiumhämolyse untersucht[1]). Die Versuche wurden in der Zeiß-Thomaschen Zählkammer vorgenommen. Das Radiumpräparat war in Ebonit eingeschlossen und auf Glimmerplättchen gelegt, α-Strahlen waren somit ausgeschlossen. Zunächst konnten die Forscher feststellen, daß die Radiumwirkung an eine gewisse Latenzzeit gebunden ist und daß die nach dieser Induktionsperiode einsetzende Zerstörung der Erythrozyten in ihrem Verlauf dem der monomolekularen Reaktionen folgt. Das ist, wie oben erwähnt, kurz darauf von Dreyer und Hanssen[2]) auch für die Lichthämolyse nachgewiesen worden. Betreffs der zahlenmäßigen Belege vgl. Salomonsen und Dreyer (l. c.).

Nahezu gleichzeitig ist dann von G. Schwarz und L. Zehner sowie von E. v. Knaffl-Lenz die Wirkung radioaktiver Substanzen auf rote Blutkörperchen untersucht worden.

G. Schwarz und Zehner[3]) setzten zu 1 ccm 5proz. Hammelblutkörperchenaufschwemmung 2 ccm Thorium-X in physiologischer Kochsalzlösung (2 Millionen Macheeinheiten) zu. Gleich nach dem Zugießen erschien die Blutkörperchenemulsion schon etwas dunkler rot als die Kontrolle, nach 20 Stunden war komplette Hämolyse eingetreten. Ebenso wurde von den Autoren Bildung von Methämoglobin beobachtet.

v. Knaffl-Lenz[4]) versetzte Erythrozyten von Kaninchen und Meerschweinchen mit gelöster Radiumemanation. Während die Erythrozyten des Meerschweinchens hämolysiert wurden, war dies bei denen des Kaninchens nicht der Fall, ein Verhalten, welches von dem der Kaninchenerythrozyten bei direkter Bestrahlung mit Radiumpräparaten abweicht.

---

[1]) Dieselben, De la loi de l'effet hémolytique des rayons de Becquerel. Ebenda 144 1, 1907, S. 999.

[2]) l. c.

[3]) G. Schwarz und L. Zehner, Über einige biochemische Strahlungsreaktionen. Versuche mit Thorium. Dt. med. Woch. 1912, Nr. 38.

[4]) E. v. Knaffl-Lenz, Beitrag zur biologischen Wirkung der Radiumemanation. Ztschr. f. Balneologie 1912/13, Nr. 14.

Bei Zusatz von Lezithin werden nach v. Knaffl-Lenz auch Kaninchenerythrozyten hämolysiert. Welche Strahlen in den Versuchen von Schwarz und von v. Knaffl-Lenz wirksam waren, ist nicht bemerkt. Jedenfalls können α-Strahlen bei der Wirkung beteiligt gewesen sein.

Mit der oben beschriebenen Blutagarplattenmethode konnte Verfasser die hämolysierende Wirkung des Radiums ebenfalls deutlich zum Ausdruck bringen[1]). Der relativen Unempfindlichkeit der in Agar-Agar suspendierten Blutkörperchen gemäß wurde Hämolyse immer erst nach einiger Zeit (18 und mehr Stunden) beobachtet. Legt man unter entsprechenden Bedingungen Radiumträger auf Blutagarplatten, so tritt dem Umrisse des Radiumträgers entsprechend die Aufhellung an den bestrahlten Stellen der Blutplatte ein. Die Hämolyse ist um so stärker, je mehr Radiumelement pro Flächeninhalt in der radiumhaltigen Fläche der Träger vorhanden ist. Ein Radiumträger mit 35 mg Ra mit einer Fläche von 9 cm^2 wirkt naturgemäß schwächer als ein solcher von 10 mg Ra und 1 cm^2 Fläche. Von großem Einflusse ist selbstverständlich auch die Filterdicke und -Qualität.

In einem Versuche waren auf eine große Blutagarplatte (0,9 ccm Blutkörperchen, 45 ccm Agar-Agar, Durchmesser der Petrischale 18 cm) die verfügbaren Ra-Träger der Lupusheilstätte in Wien (Methodik s. u.) verbracht worden. Abb. 1 (Tafel) zeigt den Bestrahlungseffekt nach zweitägiger Bestrahlung. Man sieht die Abhängigkeit der Hämolyse von der Menge des auf den cm^2 entfallenden Radiumelementes; außerdem sind die Resultate durch die verschiedene Dicke der Neusilber-Schutzfilter beeinflußt, die bei einigen Trägern 0,2 mm, bei anderen 0,3 mm dick waren.

Die aufgehellten, im Bilde weißen Stellen entsprechen den hämolysierten Stellen der Blutagarplatte, die grauen den unveränderten Anteilen der Blutplatte. Die schwächer hämolysierten Partien sind grauweiß wiedergegeben.

Der Gehalt der Radiumträger an Radiumelement pro cm^2 betrug in mg: 2,8, 3,5, 3,9, 4,2, 10, 10. Der Gehalt der Träger an Radiumelement pro cm^2 ist neben die von dem betreffenden Träger verursachte Aufhellung in die Zeichnung eingetragen. Am intensivsten ist die Aufhellung bei den Trägern mit je 10 mg, die eine dunklere Stelle in einer der Aufhellungen ist wohl auf dichtere Anhäufung der Blutkörperchen an dieser Stelle zurückzuführen. Dann ist am stärksten die Stelle hämolysiert, die dem Träger mit 4,2 mg ausgesetzt war. Daß kein größerer Unterschied

[1]) W. Hausmann, Über Hämolyse durch Radiumstrahlen. Wien. kl. Woch. 1916, Nr. 41.

zwischen den Trägern mit 10 mg und dem mit 4,2 mg zu konstatieren war, ist dadurch zu erklären, daß die Träger mit 10 mg ein Schutzfilter von 0,3 mm Neusilber, der andere ein solches von 0,2 mm Neusilber besaßen. In derselben Weise entsprechen die übrigen Aufhellungen annähernd den Radiummengen der Träger.

Bei der vom Verfasser benutzten Versuchsanordnung kamen lediglich β- und γ-Strahlen als Ursache der Hämolyse in Betracht. Um zu entscheiden, welche von beiden Strahlenarten wirksam sind, wurden in mehreren Versuchen zwischen Radiumträger und Blutagarschicht eine 3 mm dicke Bleiplatte verbracht. Es kam keine Hämolyse mehr zustande. Durch eine derartige Bleiplatte werden die β-Strahlen absorbiert, die γ-Strahlen fast gar nicht zurückgehalten. Die hämolysierende Wirkung war demnach bei dieser Versuchsanordnung auf die β-Strahlen zurückzuführen. In Übereinstimmung mit diesem Befunde konnte Verfasser mit zwei Radiumträgern (den sogen. Dominiciröhrchen) von je 10 mg Ra, die das Element in sehr konzentrierter Form auf geringen Raum beschränkt enthalten, trotz der günstigen Verteilung des Radiums keine Hämolyse erzielen, weil sie mit 0,3 mm dicken Platinfiltern versehen waren, durch welche nach den Messungen von Fernau nur 0,3% der β-Strahlung, wohl aber 98% der γ-Strahlung durchgingen.

Die Unwirksamkeit der so wenig absorbierbaren γ-Strahlen entspricht dem Verhalten der Erythrozyten gegen Röntgenstrahlen. Bisher scheint es noch nie gelungen zu sein, in vitro durch Röntgenstrahlen zu hämolysieren, wie übereinstimmende Versuche verschiedener Autoren ergeben haben (Benjamin und v. Reuß[1]), Bergonié und Tribondeau)[2]). Benjamin und v. Reuß erzielten auch nicht Hämolyse mit der Dosis von 170 H. Verfasser konnte mit diesen Strahlen bisher ebenfalls keine hämolysierende Wirkung feststellen. Die Wesensgleichheit der Röntgenstrahlen mit der γ-Strahlung des Radiums erweist sich demnach auch in ihrem Verhalten gegenüber Erythrozyten.

Was die Blutkörperchen verschiedener Tiere betrifft, so haben sich nach Versuchen des Verfassers die Erythrozyten von Mensch, Pferd, Rind, Hammel, Kaninchen, Meerschweinchen, von der Maus, Gans und Taube als durch Radiumstrahlen hämolysierbar erwiesen. Durch diese Strahlen nicht angreifbare Erythrozyten habe ich bisher nicht beobachtet[3]).

---

[1]) Benjamin und v. Reuß, Sluka, Schwarz, Beiträge zur Frage der Einwirkung der X-Strahlen auf das Blut. Wien. kl. Woch. 1906, Nr. 26.

[2]) Bergonié und Tribondeau, zit. nach H. Bordier, Strahlenther. 2, 1913, S. 383.

[3]) Nicht veröffentlichte Versuche.

Von Wichmann ist die Forderung aufgestellt worden, Radiumpräparate vor dem Gebrauche auch mit biologischen Methoden zu untersuchen. Vielleicht würden sich hierzu die oben beschriebenen Blutagarplatten eignen, welche den biologischen Vergleich verschiedener Träger an einem und demselben Materiale gestatten[1]).

III. Methodik der Strahlenhämolyse.

Zur Erleichterung von Arbeiten auf dem Gebiete der Strahlenhämolyse erscheint es zweckmäßig, die Methodik dieser Untersuchungen kurz zu besprechen.

1. Methodik der Lichthämolyse.

Bei Bestrahlungen von Erythrozyten sind folgende Bedingungen hauptsächlich zu erfüllen.

1. Alle Blutkörperchen sollen der Bestrahlung möglichst gleichmäßig ausgesetzt werden.

2. Anderweitige Einflüsse sollen bei der Belichtung nach Möglichkeit vermieden werden. Dies gilt insbesondere für die Abhaltung von Wärmestrahlen.

Im wesentlichen stimmen die Untersuchungsmethoden bei der Bestrahlung normaler und sensibilisierter Erythrozyten überein. Der Unterschied besteht darin, daß bei der Belichtung nicht vorbehandelter roter Blutkörperchen die ultraviolette Strahlung ausgenützt werden muß. Deshalb darf sich bei derartigen Versuchen kein Glas zwischen Lichtquelle und den Erythrozyten befinden. Daß bei bestimmten Versuchsanordnungen die geringfügige hämolysierende Wirkung der durch Glas filtrierten Lichtstrahlen zum Ausdruck kommt, geht aus den oben mitgeteilten Versuchen hervor.

In der Regel werden mehrfach mit physiologischer Kochsalzlösung gewaschene Erythrozyten verschiedener Laboratoriumstiere verwendet. Ebenso kann frisch aus dem Schlachthause bezogenes defibriniertes Blut benutzt werden. Die gewaschenen Erythrozyten werden von einer Konzentration, die etwa der des defibrinierten Blutes entspricht, meist auf das 20—100fache mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnt.

A. Bestrahlung der Erythrozyten in physiologischer Kochsalzlösung.

1. Bestrahlung in Reagenzröhrchen. Am häufigsten werden Erythrozyten in Reagenzröhrchen bestrahlt. Man kann die gewöhnlichen,

---

[1]) **P. Wichmann, Die Behandlung des Lupus mit Radium. Dt. med. Woch. 1910, Nr. 25.**

für chemische Untersuchungen verwendeten dünnwandigen Reagenzröhrchen, für Belichtung kleinerer Flüssigkeitsmengen Reagenzröhrchen von etwa 7 cm Länge und 8 mm Durchmesser. Die großen Reagenzröhrchen werden in der Regel mit 5 cm^3 Blutkörperchenemulsion, die kleineren mit etwa 1 cm^3 beschickt. Untersuchungen an nicht vorbehandelten Erythrozyten, bei denen es hauptsächlich auf ultraviolette Strahlung ankommt, müssen in Reagenzröhrchen aus Bergkristall (Heräus) vorgenommen werden. Nachteilig ist bei allen Bestrahlungen in Reagenzröhrchen der Umstand, daß insbesondere bei stärkerer Konzentration der Blutkörperchen oder auch des sensibilisierenden Farbstoffes bei seitlichem Lichteinfall, der ja die Regel ist, größere Partien nur durch eine dickere Flüssigkeitsschicht bestrahlt werden. Dem kann abgeholfen werden, wenn die Reagenzröhrchen während des Versuches bewegt oder zum mindesten öfters umgeschüttelt werden. Auch das Zubodensinken der Blutkörperchen wirkt bei nicht bewegten Reagenzröhrchen störend.

Eines der wichtigsten Erfordernisse ist die Abhaltung der Wärmestrahlen. Es kommt darauf an, zwischen Lichtquelle und Objekt eine möglichst dicke Wasserschicht — wenn möglich fließendes Wasser — zu bringen.

Bei Versuchen im Sonnenlichte wird man in der Regel damit auskommen, wenn man die Reagenzgläschen, in denen sich die Blutkörperchenemulsion befindet, in mit Wasser gefüllte dünnwandige Bechergläser oder ähnliche Behälter stellt. Das Wasser soll möglichst oft gewechselt werden, wenn man keine Gefäße mit fließendem Wasser verwenden kann. H. v. Tappeiner hat nach den Angaben Zsigmondys als besonders geeignete Absorptionsflüssigkeit für Wärmestrahlen mit Salzsäure angesäuerte 7proz. Ferrosulfatlösung empfohlen. Will man die ultraviolette Strahlung der Sonne studieren, so werden entweder Eprouvetten aus durchsichtigem Quarz in ebensolchen mit Wasser gefüllten Bechergläsern bestrahlt, oder man legt die mit Gummistopfen verschlossenen Quarzröhrchen entsprechend fixiert in flache, offene Schalen mit Wasser (am besten destilliertes Wasser) und stellt sie in die Sonne. Prinzipiell ist daran festzuhalten, daß die Sonnenstrahlen auf sensibilisierte Erythrozyten naturgemäß stark einwirken, auf nicht vorbehandelte in der Niederung sehr wenig[1]).

Sehr bequem gestalten sich Belichtungen sensibilisierter Erythrozytenaufschwemmungen in Reagenzröhrchen mit nicht konzentriertem Kohlenbogenlicht. Man kann sich hierbei zweckmäßig der ge-

---

[1]) Die Sonnenstrahlung enthält auch in erheblichen Höhen nur Strahlen bis zu 295 $\mu\mu$, die Quecksilberdampflampe emittiert noch Strahlen unter 220 $\mu\mu$.

bräuchlichen Projektionsapparate (Gleichstrom, 35—40 Amp.) bedienen. Auch die solchen Apparaten beigegebenen optischen Tische, Kühlkammern usw. können verwendet werden. Man wird — abgesehen von den gewöhnlichen Kühlkammern — die zu bestrahlenden Reagenzröhrchen in Bechergläser mit Wasser stellen. v. Tappeiner hat bei genauen vergleichenden Untersuchungen, wo es auf ganz gleichmäßige Belichtung und Sauerstoffversorgung ankommt, die verschlossenen Röhrchen auf einer rotierenden Scheibe radial oder tangential befestigt. Versuche mit nichtsensibilisierten Erythrozyten können mit derartigen Apparaten naturgemäß nur nach Entfernung aller Glasbestandteile unternommen werden. Dann muß selbstverständlich anderweitig für Kühlung gesorgt werden (Quarzbechergläser usw.).

Versuche mit konzentriertem Kohlenbogenlicht sind bei Verwendung von Reagenzröhrchen nicht ratsam.

Handelt es sich um Ausnutzung der ultravioletten Strahlen, so ist die Quarzquecksilberlampe bei Verwendung von Reagenzröhrchen (Bergkristall) sehr geeignet, und zwar zweckmäßig in der Form der sogen. künstlichen Höhensonne. Die Reagenzröhrchen werden mit etwa 1 cm^3 Emulsion beschickt, mit Gummistoffen verschlossen, horizontal in einer Entfernung von etwa 50 cm^3 unter den Quarzbrenner gelegt und öfters aufgeschüttelt. Event. wäre auch hier die rotierende Scheibe nach v. Tappeiner anzuwenden. Kühlung ist bei dieser Distanz nicht unbedingt nötig. Ist aus irgendeinem Grunde Kühlung wünschenswert, so kann man die verschlossenen Quarzröhrchen, die am Boden einer mit destilliertem Wasser gefüllten Schale fixiert sind, horizontal belichten. Das Wasser wird öfters gewechselt. Diese Kühlung hat zudem den Vorteil, daß man mit dem Quarzbrenner näher an die Röhrchen herankommen und dementsprechend viel intensiver wirken kann. Die Quarzlampe eignet sich nicht für Untersuchungen in den sichtbaren Spektralanteilen, abgesehen davon, wenn es sich um Ausnutzung bestimmter Linien handeln sollte.

Für eine etwaige Verwendung der Uviollampe gilt das für die Quarzlampe Gesagte. Doch ist daran festzuhalten, daß die nicht besonders intensiven Lampen nur Strahlen bis zur Wellenlänge von etwa 253 $\mu\mu$ aussenden. Diese Lichtquelle ist wohl nur bei speziellen, die Uviollampe selbst betreffenden Untersuchungen für die Strahlenhämolyse heranzuziehen.

Bei Verwendung sogen. Halbwattlampen von großer Kerzenstärke kann die Belichtung von Erythrozyten in Reagenzröhrchen ebenso vorgenommen werden, wie es bei Bestrahlung mit der Quarzlampe mit Kühlung beschrieben wurde. Die Wärmestrahlung dieser Lampen ist eine

sehr bedeutende, die kurzwellige nicht in Betracht zu ziehen. Für Kühlung ist unbedingt zu sorgen. Die bequem zu handhabende Lampe ist nur bei sensibilisierten Erythrozyten zu verwenden.

2. Bestrahlung in offenen Schälchen. Belichtung in Schälchen ist dann erwünscht, wenn Versuche mit reichlicher Sauerstoffzufuhr ausgeführt werden. Zweckmäßig ist die mehr flächenhafte Ausbreitung der Erythrozyten, nachteilig auch hier die Schwere der Blutkörperchen, sowie die unbequeme Hantierung. Die Lichtquelle soll sich über dem Schälchen befinden. Ist dies nicht möglich, so müssen die Lichtstrahlen mit Spiegeln auf die Schälchen geworfen werden. Als Kühlgefäß kann nach v. Tappeiner eine mit Wasser gefüllte Kristallisierschale aus Glas, die über dem Schälchen entsprechend angebracht ist, verwendet werden. Dies gilt natürlich nur für Versuche mit längerwelligen Strahlen. Unter der Quarzlampe können bei entsprechender Entfernung derartige mit Erythrozytenaufschwemmung beschickte Schälchen ohne Kühlung bestrahlt werden. Im übrigen wird, da auch die Beobachtung in den Schälchen schwieriger ist, diese Versuchsanordnung nur bei speziellen Fragestellungen zu gebrauchen sein.

3. Bestrahlung im hängenden Tropfen. Belichtungsversuche mit Erythrozytenemulsionen im hängenden Tropfen bieten ebenfalls den Vorteil der mehr flächenhaften Anordnung die Möglichkeit, der bequemen mikroskopischen Kontrolle, den Nachteil der Senkung der Blutkörperchen und vor allem der Unhandlichkeit des durch Lageveränderung leicht zerstörten hängenden Tropfens. Sollen ultraviolette Strahlen wirken, so muß das „Deckgläschen" aus Bergkristall sein. Betreffs Kühlung siehe das unter 2. Gesagte. Vgl. auch die von W. Halle und E. Pribram[1]) angegebenen hohlen Objektträger.

Um das Arbeiten im hängenden Tropfen etwas bequemer zu gestalten, hat G. Busk[2]) den Tropfen sowohl mit dem Deckgläschen wie mit dem Objektträger in Berührung gebracht. Hierdurch ist der Tropfen einigermaßen fixiert, so daß das Präparat mit Vorsicht geneigt werden kann.

Untersuchungen in der Thoma-Zeißschen Zählkammer wurden oben erwähnt.

Die Versuchsanordnung von Hasselbalch[3]) muß im Original nachgelesen werden.

[1]) Wien. kl. Woch. 1916, Nr. 24.
[2]) l. c.
[3]) l. c.

B. Bestrahlung der Erythrozyten in Agar-Agar[1]).

Für eine Reihe von Versuchen hat sich dem Verfasser die Belichtung von Erythrozyten bewährt, die in Agar-Agar suspendiert sind. Der für diesen Zweck verwendete Agar-Agar wird mit physiologischer Kochsalzlösung gekocht. Die Verwendung von Fleischwasser-Agar, wie er zu Nährböden benutzt wird, ist, abgesehen von der Färbung, auch deshalb unzweckmäßig, weil auf solchen Agarplatten Bakterienwachstum bei dem vielfachen Öffnen der Petrischalen kaum zu vermeiden wäre. Folgende Agarzubereitung ist zu empfehlen: 20 g möglichst farblosen Agar-Agars werden in 1000 ccm³ physiologischer Kochsalzlösung im Papinschen Topfe gekocht, durch Watte im Heißwassertrichter filtriert, meist zu je 15 cm³ in Reagenzröhrchen abgefüllt und zweimal je $^1/_2$ Stunde sterilisiert. Der so erhaltene Agar kann, wenn nötig, nach den gebräuchlichen Methoden weiter von Verunreinigungen befreit werden. Er ist in dicken Schichten milchig getrübt, in der Schicht, wie etwa in einer Petri-Schale, nahezu farblos und durchsichtig.

Der Vorteil der Anwendung von Blutkörperchen-Agarplatten gegenüber der Verwendung von Reagenzröhrchen liegt in der Bequemlichkeit, die das Arbeiten mit der Platte gegenüber der Flüssigkeit gewährt, in der Möglichkeit mehrere Bestrahlungen an demselben Material auszuführen, wobei die unbestrahlten Anteile immer als Kontrolle dienen, ferner auch darin, daß man Blutagar in entsprechenden Gefäßen, auch in den Tierkörper versenkt, bestrahlen kann. Ferner lassen sich nach Abschluß des Versuches, die durch Formalin fixierten Platten lange aufheben.

Der Nachteil besteht hauptsächlich in der geringeren Empfindlichkeit der Blutkörperchen in Agar-Agar gegenüber den in Kochsalzlösung aufgeschwemmten.

Nachstehend ist in erster Linie die Verwendung in Petrischalen besprochen. In der Regel wurden 0,2—0,3 cm³ gewaschener Erythrozyten (s. o.) in einem vorgewärmten Kölbchen (50 cm³ Inhalt) mit etwa $^1/_2$ cm³ auf etwa 40° C vorgewärmter physiologischer Kochsalzlösung versetzt, dann wurden 15 cm³ des verflüssigten und entsprechend abgekühlten Agar-Agars zugesetzt, unter Vermeidung von Luftblasen vermischt und rasch in Petrischalen gegossen. Etwa entstandene Luftblasen zerstört man vor dem Erstarren des Agars mit einer glühenden Platinöse. Die Verwendung der gewöhnlichen Petrischalen, deren Boden gewöhnlich nicht eben ist, verursacht oft ungleichmäßige Verteilung der Erythrozyten in der Platte. Leichter gelingt dies, wenn 0,2—0,3 cm³ Erythro-

[1]) **W. Hausmann, Über die Verwendung von Blutagarplatten bei Bestrahlungsversuchen. Wien. kl. Woch. 1916, Nr. 40.**

zytenaufschwemmung mit 7—8 cm³ Kochsalzlösung vermengt und dann nach Zusatz von 7—8 cm³ Agar gegossen werden. Doch ist es oft zweckmäßig, für derartige Zwecke sich statt des nach obiger Vorschrift erhaltenen 2proz. Agars des 3proz. zu bedienen, da die Agarschicht sonst eine zu geringe Konsistenz hat und leicht ins Rutschen kommt. Steriles Arbeiten ist nötig.

Will man Versuche mit sensibilisierten Erythrozyten machen, so setzt man den Sensibilisator der Kochsalzlösung zu, mit der man die Erythrozyten verdünnt, dann den Agar. In diesen Versuchen kann ohne weiteres 1 ccm Blutkörperchenemulsion verwendet werden. Diese Konzentration ist wegen des größeren Kontrastes zwischen hämolysierten und unveränderten Plattenanteilen oft zweckmäßig.

Bei Bestrahlung von Blutkörperchenagarplatten, welche große Anteile der Platte betreffen sollen, ist es zweckmäßig, den Deckel der Petrischale aus Blech anfertigen zu lassen. In der Mitte befindet sich ein viereckiger Ausschnitt, in den man Blechschablonen, nach Bedarf auch eine durchsichtige Quarzplatte, einschieben kann. Die durch das Blech geschützten Teile des Blutagars werden natürlich nicht hämolysiert und heben sich scharf nach der Bestrahlung von den hämolysierten, durchsichtig gewordenen Partien ab. Der Deckel soll möglichst eben sein, um Kühlgefäße darauf stellen zu können.

Bei Versuchen mit Sonnenstrahlen muß gekühlt werden. Es wird sich hier wohl in der Regel um sensibilisierte Erythrozyten handeln. Auf die mit dem erwähnten Blechdeckel mit Ausschnitt versehene Petrischale wird eine mit Wasser gefüllte Kristallisierschale (s. o.) gestellt. Die möglichst senkrecht auf die Agarplatte geleiteten Strahlen müssen erst die Wasserschicht (resp. Ferrosulfatlösung) passieren, bevor sie auf die Platte gelangen. Im großen und ganzen ist die Agarplattenmethode hier nicht sehr geeignet, da sich — wenn kein Heliostat verwendet wird — je nach dem Sonnenstande — der Schatten der Blechschablone auf der Blutagarplatte verschiebt und die Grenzen zwischen hämolysierten und unveränderten Anteilen unscharf werden.

Über Versuche mit nichtkonzentriertem Kohlenbogenlicht an Erythrozytenplatten hat Verfasser keine Erfahrung, doch ist nicht daran zu zweifeln, daß diese bei entsprechender Versuchsanordnung durchführbar wären.

Sehr geeignet hat sich dem Verfasser die Verwendung von Blutkörperchenagarplatten bei Versuchen über die hämolysierende Wirkung des konzentrierten Kohlenbogenlichtes nach Finsen erwiesen[1].

[1]) Nicht veröffentlicht.

Die Bestrahlung von Blutagarplatten mit Finsenkonzentrationsapparaten hat sich derart zu gestalten, daß man die Platten ebenso bestrahlt wie die Haut eines Patienten. Die mit Wasser durchströmte Drucklinse — Verfasser verwendet in der Regel eine sogen. Knötchenlinse — wird an die zu belichtende Stelle angelegt. Seitenstrahlen sollen möglichst durch schwarzes Papier abgeblendet werden. Die Petrischale wird in einem Blechrahmen auf ein Stativ gelegt und an die Drucklinse herangeschoben. Es ist darauf zu achten, daß die Längsachse des Finsentubus senkrecht zur Petrischale steht. Die Platte muß dementsprechend schief gestellt sein. Handelt es sich um Hämolyse durch Strahlen, welche Glas passieren können, so wird die Drucklinse an den Boden der Petrischale angelegt. Die Schale muß aus möglichst fehlerlosem Glas bestehen, dessen Lichtdurchlässigkeit bekannt sein sollte. Handelt es sich um Untersuchung der ultravioletten Strahlung, so legt man auf die Agarschicht vorsichtig eine durchsichtige Quarzplatte, an diese dann die Drucklinse an. Auf den bestrahlten Stellen treten dann kreisförmige, dem Durchschnitte der Drucklinse entsprechende Aufhellungen auf. Man kann an derartigen Platten je nach der Bestrahlungsdauer alle möglichen Übergänge von eben merklicher Andeutung einer Hämolyse bis zur kompletten Aufhellung der betreffenden Stelle beobachten.

In der Abbildung 2 ist eine sensibilisierte Blutkörperchenagarplatte mit solchen Bestrahlungseffekten wiedergegeben (1 ccm Blut, 5 ccm 0,1proz. Erythrosin, 10 ccm Agar-Agar). Die hellen Anteile entsprechen den hämolysierten Partien, die grauen der unveränderten Platte. Der Grad der Hämolyse, wie er in der Tabelle auf S. 56 bezeichnet wurde, ist aus der Reproduktion ohne weiteres ersichtlich. Die Zeichnung wurde 1 Stunde nach der Bestrahlung angefertigt; die neben den Aufhellungen stehenden Zahlen geben die entsprechende Belichtungsdauer an.

Bei längerdauernden Bestrahlungen, besonders bei empfindlichen sensibilisierten Platten, macht sich die Wirkung nicht ganz abgeblendeter Seitenstrahlen durch Auftreten eines hellen Hofes um die hämolysierten Stellen bemerkbar (s. Tafel, Abb. 2). Solche Platten müssen vor Licht geschützt aufbewahrt werden.

Nach kurzer Belichtung ist an den Platten oft erst nach vielstündiger Dauer Hämolyse zu bemerken. Darauf ist bei Beobachtung derartiger Platten besonders zu achten, sie sollten zumindest noch 24 Stunden in der Kälte bei Lichtabschluß vor der endgültigen Beurteilung aufbewahrt werden.

Will man Versuche an sensibilisierten Blutagarplatten mit sehr kurzer Belichtungsdauer machen, so kann man an die Drucklinse einen sogen. Compoundverschluß anbringen lassen, wie er auf den Kodak-

Apparaten gebräuchlich ist. Man wird gut tun, sich zu überzeugen, ob die angegebenen Verschlußzeiten einigermaßen stimmen[1]).

Besondere Kühlung der Petrischalen scheint wohl nicht nötig zu sein. Ein berußtes Thermometer, welches $^1/_4$ Stunde hindurch genau entsprechend der Anordnung der Platten bestrahlt worden war, zeigte eine Temperatur von etwa 40° C.

In dicken Schichten eignen sich Blutagarplatten (etwa 5—6 cm Durchmesser, 3—4 cm Dicke) gut zu Untersuchungen über die Penetrationsfähigkeit der verschiedenen Strahlenarten. In einem Versuche wurden 1. eine Platte der angegebenen Dimension, die aus 40 ccm Agar, 1 ccm Blutkörperchenemulsion, 6 ccm Kochsalzlösung; 2. eine Platte, die aus 40 ccm Agar, 1 ccm Blut, 6 ccm Erythrosinlösung (0,1 proz.) bestand, mittels des Finsenapparates je 10 Minuten durch eine Bergkristallplatte bestrahlt. Der sensibilisierte Agarblock war schon eine Stunde nach der Bestrahlung an der betreffenden Stelle durchscheinend, bei dem nichtsensibilisierten war dies auch nach 24 Stunden nicht der Fall. Nun wurden die Blutagarblöcke in Schnitte zerlegt, um zu sehen, wie tief die Hämolyse sich erstreckte. Die nichtsensibilisierte Agarplatte war nur bis zu einer Tiefe von 0,5 cm hämolysiert, bei einer Tiefe von 0,75 cm war dies nur noch eben deutlich zu bemerken. Die sensibilisierte hingegen war in einer Tiefe von 1 cm noch komplett hämolysiert, bei 1,5 cm war die Hämolyse ebenfalls noch deutlich zu konstatieren.

Zu Untersuchungen mit der Quarzquecksilberlampe ist die Erythrozytenplatte ebenfalls zu verwenden. Man legt die Platte (0,2 ccm Erythrozytenemulsion, 15 ccm Agar-Agar 1—2 proz.) mit dem beschriebenen Blechdeckel mit der Blechschablone ohne weitere Kühlung unter den etwa 50 cm entfernten Quarzbrenner. Die komplette Aufhellung dauert wegen des geringen Penetrationsvermögens der kurzwelligen Strahlen meist länger als mit der Finsenlampe. Die Uviollampe ist wie immer auch in ihren hämolysierenden Wirkungen auf die Blutkörperchenagarplatte der Quecksilberdampflampe weit unterlegen.

Bei Verwendung von Halbwattlampen, bei welchen Verfasser in dieser Beziehung nicht über Erfahrungen verfügt, müßte die Platte unter die Lampe, auf den Blechdeckel der Petrischale eine mit Wasser gefüllte Kristallisierschale gestellt werden. Kühlung ist unbedingt nötig.

Betreffs spezieller Vorschriften über das Arbeiten mit Sensibilisatoren verweise ich auf die Zusammenstellung H. v. Tappeiners in Abderhaldens Handb. d. biochem. Arbeitsmethoden Bd. 3, S. 1170 und möchte nur bemerken, daß man bei Verwendung von Sensibilisatoren, die nur

[1]) J. Rhoden. Belichtungstabellen. Wien 1907. Textbeilage, S. 37.

alkohollöslich sind, Methylalkohol wegen der relativ geringfügigen hämolysierenden Wirkung dieses Körpers anwenden sollte. Ferner, daß es bekannt sein muß, ob ein Sensibilisator schon im Dunkeln Erythrozyten schädigt und welchen Grad diese Schädigung erreichen kann.

2. Methodik der Radiumhämolyse.

Untersuchungen über Einwirkung von Radiumpräparaten auf Blutkörperchen können mit Aufschwemmungen der Erythrozyten in physiologischer Kochsalzlösung, ferner mit roten Blutkörperchen, die in Agar-Agar suspendiert sind, ausgeführt werden.

Die Konzentration der Erythrozyten, in der die Bestrahlungen vorgenommen werden, entspricht etwa der bei der Lichthämolyse. Für die Herstellung der Blutagarplatten gelten die oben (S. 75) angegebenen Zahlen.

A. Bestrahlung der Erythrozyten in physiologischer Kochsalzlösung.

1. Bestrahlung in Reagenzröhrchen. Die Bestrahlung von Blutkörperchen in Reagenzröhrchen — die bei der Lichthämolyse am meisten benutzte Versuchsanordnung — ist bei Bestrahlung mit Radiumpräparaten weniger zu empfehlen, da es oft schwierig ist, das Radiumpräparat in entsprechender Weise an die Aufschwemmung heranzubringen. Am ehesten ist dies bei starken Radiumpräparaten in zugeschmolzenen Glasröhrchen möglich, die direkt in die Blutkörperchenemulsion versenkt werden können. Doch macht sich die Schwere der Blutkörperchen unangenehm fühlbar, auch ist die Schichtdicke bei Versuchen in Reagenzröhrchen meist eine zu große. Zudem eignen sich die therapeutisch benutzten Radiumträger ihrer Form nach oft nicht zur Anbringung oder Versenkung in die Röhrchen. Direkter Kontakt zwischen metallischen Radiumträgern und Blutkörperchenemulsion darf nicht stattfinden (s. u.). Versuche mit Radiumemanation und anderen gelösten radioaktiven Stoffen wurden derart ausgeführt, daß die betreffende Lösung (in physiologischer Kochsalzlösung) direkt den Blutkörperchenemulsionen zugesetzt wurde. Das hat den Vorteil, daß auch die α-Strahlen ausgenützt werden, es hat den Nachteil, daß, abgesehen von den Strahlenwirkungen, andere event. hämolysierend wirkende Faktoren in Betracht kommen können.

2. Bestrahlung im hängenden Tropfen und in der Zählkammer. Salomonsen und Dreyer haben ihre Versuche im hängenden Tropfen sowie in der Thoma-Zeißschen Zählkammer ausgeführt. Bei der Versuchsanordnung im hängenden Tropfen ist das starke Sinken

der Erythrozyten störend, sonst ist sie sehr zweckmäßig. Man kann auch, wie es Busk (s. o.) bei Belichtungen gemacht hat, den hängenden Tropfen so groß machen, daß er auch den geschliffenen Objektträger berührt.

Untersuchungen in der Zählkammer sind wohl nur für spezielle quantitative Versuche zu empfehlen.

B. Bestrahlung der Erythrozyten in Agar-Agar.

Mittels der oben beschriebenen Erythrozytenplatten lassen sich Versuche über Radiumhämolyse leicht ausführen. Der Vorteil der Methode besteht in der Möglichkeit, verschiedene Formen von Radiumträgern tagelang einwirken lassen zu können, in der Fixierung und flächenhaften Anordnung der Erythrozyten. Der Nachteil besteht in der größeren Unempfindlichkeit der in Agar suspendierten Blutkörperchen. Sind die Radiumpräparate in einem Material eingeschlossen, welches auf Erythrozyten nicht einwirkt, z. B. Glas, so können die mit Alkohol gereinigten Träger zur Not direkt auf die Blutagarschicht gelegt werden. Handelt es sich um metallische Träger, so muß sich zwischen Träger und Blutagarplatte ein Deckgläschen befinden. Man legt das Deckgläschen nach dem Erstarren des Blutagars vorsichtig auf denselben, auf das Deckgläschen dann den Träger, der, wenn nötig, entsprechend fixiert wird. Keinerlei Metallteile dürfen den Blutagar berühren. Werden metallische Träger, wie Verfasser dies bei Verwendung von Neusilberträgern beobachten konnte, auf die Blutagarplatte gelegt, so wirkt event. schon das Metall an sich nach Art oligodynamisch wirkender Gifte hämolysierend[1]).

Will man ganz kleine Blutkörperchenmengen in Agar-Agar bestrahlen, so kann man den Blutkörperchenagar in flüssigem Zustand auf ein Deckgläschen verbringen und dort erstarren lassen und dann nach Art des hängenden Tropfens auf einen hohlgeschliffenen Objektträger auflegen. Gegebenenfalls kann man den Tropfen so groß machen, daß er auch den Objektträger berührt. Hierbei muß der Tropfen noch vor dem Erstarren mit dem Objektträger in Berührung gebracht werden.

---

[1]) Daraufhin unternommene Versuche haben u. a. ergeben, daß beim Eintragen von pulverisiertem Silber, Magnesium, Kupfer und ähnlichen Substanzen in noch nicht erstarrte Erythrozytenagarplatten nach einiger Zeit große hämolytische Höfe um diese Körper in den Platten auftreten.

Wien, Dezember 1917.

Über Strahlentherapie der Tuberkulose bei der östlichen Bevölkerung.

Von

Stabsarzt Dr. **Strauß**, Berlin,

z. Zt. Chefarzt einer Sanitäts-Kompanie.

Der Krieg setzte mich in die Lage, ein außerordentlich umfangreiches Tuberkulosematerial bei der polnischen Bevölkerung zu beobachten und längere Zeit zu behandeln. Meine in Polen gemachten Beobachtungen wichen in manchen Punkten nicht unerheblich von den bei uns zu Hause gemachten Erfahrungen ab und es ist der Zweck dieser Veröffentlichung, besonders hierüber zu berichten.

Die Vorbedingungen für die Vornahme der Strahlentherapie liegen im Osten schon im allgemeinen begreiflicherweise nicht günstig, da die Sonne nur in einer verhältnismäßig kurzen Zeit im Jahre für die Behandlung nutzbringend verwendet werden kann. Was die anderen Strahlenquellen betrifft, so liegt es in der Eigenart der Kriegszeit, daß man sich ihrer nur in begrenztem Umfang bedienen konnte und namentlich beim Röntgenlicht aus Gründen der Röhrenschonung zu größter Sparsamkeit gezwungen war. Weit ungünstiger aber als diese doch schon den Wert aller Strahlentherapie recht beeinträchtigenden Momente machte sich hier noch ein anderes — erfreulicherweise zu beseitigendes — Hindernis bemerkbar: es war das mangelhafte Verständnis der Bevölkerung. Hier erfreut sich alles, was mit Röntgenlicht zusammenhängt, eines außerordentlichen Ansehens, jedoch jeder Versuch einer Heliotherapie begegnet größtem passiven Widerstand. Daß in der Sonne eine Heilkraft liegen sollte, vermag die Bevölkerung nicht einzusehen. Polen ist nun einmal ein Land, in dem selbst der Gebildete in ärztlichen Fragen immer noch zunächst den Feldscher befragt. Der Ungebildete kommt überhaupt erst in desolatem Zustand in ärztliche Behandlung. Hoch und nieder ist nur empfänglich für arzneireiche Behandlung, die operative Therapie wird gefürchtet, aber wenigstens hochbewertet, alles arzneilose hingegen geringgeschätzt, die Sonnenbehandlung geradezu mißachtet. Erst mußte also dieser passive Widerstand überwunden werden, was schließlich mit großer Schwierigkeit gelang. Aber auch dann erlebte man noch dank des Unverstandes der Bevölkerung und der zu geringen Unterstützung durch das untere Heilpersonal unglaubliche

Dinge. Die Kranken legten sich angezogen in den Schatten, hielten die vorgeschriebenen Zeiten nicht ein, liefen weg, sobald der Arzt den Rücken wandte, kurz es geschah, was an Verfehlung geschehen konnte. Daß der Kranke ursprünglich in der Sonne lag, dann aber mit Veränderung des Sonnenstandes in den Schatten geriet, daß das Personal wertvolle Stunden des Tages unbenutzt für die Heliotherapie verstreichen ließ, läßt erkennen. wie gering das Verständnis der Bevölkerung für Fragen der Physiotherapie entwickelt ist. Erst der Anblick der militärischen Sonnenbäder wirkte hier erzieherisch, so daß es schließlich gelang, eine methodische Sonnenbehandlung durchzuführen. Selbstverständlich glaubte jeder, bei dem eine bedeutende Besserung feststellbar war, daß er geheilt sei, und blieb nun von der Behandlung fort, so daß Rückfälle, namentlich im Anfang, sehr häufig waren. Berücksichtigt man dies alles und zieht dabei in Erwägung, daß weitaus die meisten Fälle in einem sehr fortgeschrittenen und prognostisch ungünstig liegenden Zustand in Behandlung kamen, so wird man verstehen können, daß man hier mancherlei Mißerfolge zu verzeichnen hatte, die nicht Fehler der Methode sind, und man muß sogar angesichts des außerordentlich günstigen Heilresultats sagen, daß die erzielten Erfolge noch ganz andere wären ohne diese begleitenden, in Friedenszeiten vermeidbaren Nebenumstände.

Unter den von mir beobachteten Tuberkuloseformen herrschte die periphere vor. Insbesondere neigten die Juden in den Städten sehr stark zur chirurgischen Tuberkulose, wie ja eine schlechte Skelettentwicklung und rhachitische Zustände eine Eigenart der jüdischen Bevölkerung im Osten darstellt. Die periphere Tuberkulose befällt jedes Lebensalter und man findet verhältnismäßig viel Individuen jenseits des 50. Lebensjahres, die an peripherer Tuberkulose leiden. Außerordentlich zahlreich kommt das tuberkulöse Lymphom vor. Es fiel mir auf, daß die Mehrzahl der von diesem Leiden betroffenen Erkrankten blondhaarige Kinder waren, während bei schwarzbehaarten Kindern die Drüsentuberkulose viel seltener war. Lungentuberkulose war im Vergleich zu den Gelenkleiden und Lymphomen nicht so reichlich vorhanden. Bei dem außerordentlichen Umfang, den diese beiden letzteren Leiden einnahmen, hatte ich mich auf viel höhere Ziffern von Lungenphthisikern gefaßt gemacht. Außerdem kam noch Lupus vor. Diese vier Tuberkuloseformen wurden nun mit Strahlentherapie behandelt in der Voraussetzung, daß man bei der Knochentuberkulose, dem Lymphom und dem Lupus glänzende, bei der Lungentuberkulose bescheidene Erfolge erzielen werde. Wie schon einleitend erwähnt, entsprachen die Ergebnisse nicht ganz diesen Voraussetzungen.

Es ist ohne weiteres zu verstehen, daß im Osten das Sonnenlicht nur in beschränktem Maße zur Verfügung steht. Es sind überhaupt nur

vier Monate, welche für eine Heliotherapie in Frage kommen (Mai, Juni, Juli, August). Während dieser vier Monate sind sonnenlose Perioden auch noch sehr häufig. Aber auch diese vier Monate sind hinsichtlich ihrer Einwirkung auf Tuberkulöse verschieden. Es ist mir sofort aufgefallen, daß der Wert der Bestrahlung im Mai und Juni ein höherer war als im Juli und August. Ich glaubte zunächst an rein klimatische Ursachen, da ja die Witterungsverhältnisse von 1915 und 1916 eine solche Erklärung auch durchaus glaubhaft erscheinen ließen. Anders lag dies jedoch 1917. Wieder waren es die Monate Mai und Juni, welche die ausgezeichneten Resultate brachten, neben denen Juli und August stark abfielen. Dieses Ergebnis war befremdend. Die einfache Tatsache genügt nicht zur Erklärung, es müssen hier ähnliche Verhältnisse vorliegen, wie man sie auch im Hochgebirge finden kann. Es ist auch dort aufgefallen, daß der Heilwert der Sonne keinesfalls ein stets gleichwertiger ist und daß die besten Heilresultate im Winter erzielt werden. Diese an sich überraschende Tatsache wird durch die Feststellung, daß im Winter die Sonnenstrahlung im Hochgebirge am ärmsten an ultravioletten Strahlen ist, noch unverständlicher. Im Reichtum an ultravioletten Strahlen erblicken wir doch eigentlich das Wirksame der ganzen Heliotherapie, und alle Versuche, welche die moderne Technik machte, das Sonnenlicht nachzuahmen, gipfeln ja in der Angabe, daß man mit den künstlichen Strahlenquellen einen großen Reichtum an ultravioletten Strahlen erreicht habe. Möglichste Menge von ultravioletten Strahlen, Strahlen kleinster Wellenlängen, das schien doch das Ideal aller dieser Bestrebungen zu sein, die zur Verwendung der Quarzlampen, Bogenlampen, Uviol geführt haben und dann schließlich unter dem Namen „künstliche Höhensonne“ heute fast alle Veröffentlichungen beherrschen. Und dennoch sind es nicht die ultravioletten Strahlen im allgemeinen, die wir zu Heilzwecken benötigen, sondern nur gewisse Teile des Spektrums sind es, welche wir als Strahlen optimaler Beschaffenheit erkannt haben — wenigstens für die Zwecke der Tuberkulosebehandlung. Die inneren ultravioletten Strahlen werden schon lange als solche Strahlen optimaler Beschaffenheit bezeichnet und es scheint, als ob eine an Strahlen von der Wellenlänge gegen 300 $\mu\mu$ reiche Strahlung das beste Heilresultat bei tuberkulösen Erkrankungen gibt (ich lege ganz besonderen Wert auf diese Einschränkung). Das Sonnenspektrum geht nun über die Strahlung von einer Wellenlänge von 300 $\mu\mu$ hinaus und reicht bis 291 $\mu\mu$. Es scheinen aber die Strahlen von einer Wellenlänge unter 300 $\mu\mu$ einen erhöhten Heilwert nicht mehr zu haben, da schon ihre reizende, entzündungserregende Wirkung sich geltend macht. Wir sehen das aus den Erfahrungen der Hochtouristen. Der Gletscherbrand, der im Sommer selbst die Geübten befällt, ist im Winter nicht vorhanden, da dem Sonnen-

licht die entzündungserregenden Strahlen fehlen. Die Heilwirkung der Sonne ist aber gerade im Winter am besten. Es ist somit die Strahlung als optimal anzusehen, welche die reichste an Wirkungsstrahlen (Wellenlänge gegen 300 μμ) und nicht reich an Reizstrahlen ist. Auf dieser Erfahrung beruht die immer mehr zunehmende Bedeutung des Wintersports. Diese Erfahrung lehrt uns auch die differente Wirkung der Sonnenstrahlen der einzelnen Monate im Osten verstehen. Der Mai und Juni sind reich an Wirkungsstrahlen, die Reizstrahlung ist gering. Im Juli und August ändert sich dieses Verhältnis zugunsten der Reizstrahlen. Inwieweit hierbei noch allgemeine Verhältnisse (Luftdruck, Temperatur, Ozongehalt, Ionisierung und Radioaktivität der Atmosphäre) — ein Gedanke, den Zimmern anregt — mitbestimmend wirken, sei dabei unerörtert. Dem Erfolg der Bestrahlung im Mai und Juni entsprach auch die Entwicklung des Pigments. Man sah in diesen beiden Monaten eine sehr intensive Pigmententwicklung. Parallel mit der Pigmententwicklung ging der Heilerfolg. Im Juli und August war diese reichliche tiefdunkle Pigmentierung nicht mehr wahrnehmbar.

Unter den einleitend erwähnten vier Tuberkuloseformen, die ich zu behandeln Gelegenheit hatte, interessiert am meisten das Ergebnis der Strahlentherapie beim Lymphom. Die Drüsentuberkulose zeigte sich im Osten außerordentlich stark verbreitet. Auffallend häufig befiel sie — wie schon erwähnt — blonde und rotblonde Individuen, die bei Besonnung eine sehr geringe Neigung zur Pigmentbildung zeigten. Beginnende Fälle sah ich nur selten. Meist waren es außerordentlich große, häufig schon in Vereiterung übergegangene Drüsenpakete, sehr häufig fistelnd, also schon recht vorgeschrittene Fälle. Über besondere Eigentümlichkeiten dieser Erkrankung in völkischer oder anthropologischer Hinsicht konnte ich nichts feststellen. Bald hörte man, daß die Drüsenschwellungen bei Kindern immer unendlich weit verbreitet seien, bald wieder, daß diese erst seit Kriegsausbruch mehr hervortreten. Häufig sah ich das Leiden bei Geschwistern. Einen Unterschied zwischen städtischer und ländlicher Bevölkerung sah ich nicht, ebenso befiel das Leiden in gleicher Weise Polen und Juden. Die von anderer Seite[1]) gemachte Beobachtung, daß tuberkulöse Lymphome auch bei Soldaten in letzter Zeit sich häufiger zeigen, kann ich auf Grund meiner Kriegserfahrung nicht bestätigen. Es stellt die Lymphomentwicklung bei der Zivilbevölkerung im Osten nicht eine Teilerscheinung einer allgemeinen, augenblicklich auftretenden vermehrten Neigung zu diesem Leiden dar, sondern es handelt sich anscheinend um eine völkische Eigenart, die in den trostlosen hygienischen und sozialen

---

[1]) Schönfeld und Benischke, Med. Kl. 1917, Nr. 40.

Verhältnissen ihre Begründung hat und auf welche die Kriegsereignisse möglicherweise einen verstärkenden Einfluß ausübt. Ich habe bei sämtlichen Fällen von Lymphomerkrankung eine Beteiligung der Lunge feststellen können, indem entweder eine oder beide Spitzen oder der Hilus Erscheinungen einer noch bestehenden oder überstandenen Tuberkulose aufwies. Namentlich zeigte der Hilus fast immer eine starke Drüsenbildung, adhäsive Prozesse an der Pleura waren sehr häufig. Die tuberkulösen Lymphome hatten sich auf Grundlage einer allgemeinen tuberkulösen Konstitution entwickelt. — Das tuberkulöse Lymphom ist heute als ein bevorzugtes Objekt der Bestrahlung wohl allgemein anerkannt. Eine chirurgische Behandlung der Drüsentuberkulose kann als eine einer hinter uns liegenden Zeitepoche angehörende Therapie betrachtet werden. Diesen Standpunkt vertreten nicht die Röntgenologen allein, sondern auch die Chirurgen. Es mehren sich die Stimmen derer, die in der operativen Behandlung der tuberkulösen Lymphome einen Fehler erblicken. Die Gründe, welche man gegen die chirurgische Therapie ins Gefecht führte, waren verschiedene. Man bemängelte die oftmals sehr häßlichen und entstellenden Narben, die namentlich von jungen Mädchen sehr störend empfunden werden, man wies ferner auf die Häufigkeit der Rezidive hin und erörterte das Vorkommen unerwünschter Nebenverletzungen von Nerven, Parotis usw. Weiterhin machte man darauf aufmerksam, daß die allgemeine Disposition des Körpers für die Tuberkulose durch die Operation erhöht werde. Nach dem dieser Auffassung zugrunde liegenden Gedankengang entwickelt sich bei Individuen mit Drüsentuberkulose ein starker Immunisierungsvorgang im Körper, der bei operativer Entfernung der Drüse nicht mehr so kräftig ist. Infolgedessen soll der Körper nach der Operation einer Neuinfektion viel leichter ausgesetzt sein, da er ja durch die Drüsenoperation seines Filters beraubt und eine Weiterverbreitung der Bazillen im Körper leichter möglich ist. Aus diesen angeführten Gründen ist es anzustreben, die erkrankte tuberkulöse Drüse ohne Exstirpation für den Organismus als Krankheitsherd unschädlich zu machen, jedoch sie als Reiz für Immunitätsvorgänge einerseits, als Filter andererseits dem Körper zu erhalten. Diese neuerdings wieder von Wilms, Manfred Fränkel u. a. vertretene Auffassung gipfelt logischerweise in einer Befürwortung der Strahlentherapie des tuberkulösen Lymphoms. Neue Behandlungsmethoden haben nun alle das Gemeinsame, daß ihre Anhänger leicht über das Ziel hinausschießen. So sind auch viele gegen die chirurgische Behandlung der Drüsentuberkulose erhobene Einwände etwas weitgehend. Die Narbenbildung läßt sich wirklich so gestalten, daß Entstellungen vermieden werden können, auch sind unbeabsichtigte Nebenverletzungen nicht das Normalverfahren, sondern erfreulicherweise nur Ausnahmen. Die Lehre von der durch die tuberkulöse

Drüse verursachten Immunität hat ebenso wie Iselins Entgiftungstheorie und Cullochs Autovakzinationsauffassung etwas Problematisches. Zweifellos hat die chirurgische Behandlung des tuberkulösen Lymphoms sehr oft ein unbefriedigendes Resultat ergeben (ich habe z. B. einmal ganz plötzlich unmittelbar an die Operation sich anschließenden Verfall der Kräfte und tödlichen Ausgang gesehen), auch sind Rezidive leider häufig. Desgleichen läßt sich gegen die Operation die allgemein gemachte schlechte Erfahrung anführen, die man da immer machen kann, wenn man eine geschlossene Tuberkulose in eine offene verwandelt. Calots Ausspruch: „Eine Tuberkulose öffnen oder sich öffnen zu lassen, heißt eine Pforte öffnen, durch die nur zu häufig der Tod eintritt" besagt hier etwas drastisch übertreibend zweifellos das Richtige, ohne daß man eigentlich — abgesehen von der Gefahr einer etwa dabei eintretenden Mischinfektion — sich recht ein Bild davon machen kann, worin die Ursache des schlechten Einflusses operativer Eingriffe bei örtlicher Tuberkulose beruht. — Der Erfolg, den ich hier mit der Bestrahlung des tuberkulösen Lymphoms beobachten konnte, entsprach nun ganz und gar nicht meinen Erwartungen, bildete vielmehr eine ausgesprochene Enttäuschung. Wie ich schon einleitend betonte, war die Drüsenerkrankung sehr häufig bei rotblonden Individuen, die eine geringe Neigung zur Pigmententwicklung zeigten. Ich versprach mir hier also von vornherein keinen richtigen Erfolg, aber auch bei brünetten Kranken war es nicht besser. Ein wirklich befriedigendes Ergebnis habe ich mit der Strahlentherapie nicht in einem einzigen Fall erzielt. Nun eignet sich ja zweifelsohne auch nicht jeder Fall von tuberkulösem Lymphom für die Bestrahlung. Es gilt dies in erster Linie von den schon sehr weit fortgeschrittenen Drüsenerkrankungen, bei denen auch anderwärts mit der Bestrahlung keine besonders günstigen Resultate erzielt werden, aber auch bei den minder fortgeschrittenen Lymphomen war das Ergebnis negativ. Sicherlich bildet das tuberkulöse Lymphom für unsere ganze Diagnostik sowohl wie für Indikationsstellung einer einzuschlagenden Therapie eine größere Schwierigkeit, als man gewöhnlich zugibt. Bei der großen Strahlenempfindlichkeit des lymphatischen Apparates ist es schon möglich, daß gerade diese Drüsenschwellungen, welche am glänzendsten auf Bestrahlung reagierten, nicht tuberkulöser Art waren, während andererseits wieder gerade betont wird, daß eben ein völliges Versagen der Bestrahlungstherapie gegen die tuberkulöse Natur des Leidens sprechen soll. Das letztere ist nun nicht richtig, denn ich kenne genügend Fälle, in denen die pathologisch-anatomische Untersuchung eine tuberkulöse Erkrankung ergab und die trotzdem nicht auf Strahlentherapie reagierten. Die ganze Lymphombeurteilung bedarf eben noch sehr genauerer Untersuchungsmethoden. Alle Angaben, über welche ein autoptischer Befund nicht vorliegt, haben den

gemeinsamen Nachteil, daß es nie zweifelsfrei feststeht, ob die gestellte Diagnose auch immer eine richtige ist. Unsere bisherige Einteilung des Lymphoms in drei Formen (einfache hyperplastische, vereiterte und fistelnde) genügt nicht mehr, denn auch das hyperplastische Lymphom ist keine einheitliche Krankheitsform. Es war daher sehr verdienstvoll, daß Müller (Ztschr. f. Tub. 28, H. 2) die Lymphome auf Grund pathologisch-anatomischer Befunde neu einteilte und dabei auch für die Strahlentherapie nutzbringende Angaben machte. Müller unterscheidet fünf Lymphomgruppen: 1. das gutartige tuberkulöse Lymphom, 2. das tuberkulöse Fibrogranulom, 3. das tuberkulöse Fibrolymphom, 4. das tuberkulöse eitrig-käsige Lymphom und 5. das tuberkulöse eitrig-käsige Fibrogranulom. Von diesen fünf Drüsenformen eignen sich nach Müller für die Bestrahlung nur die beiden ersten, also das gutartige tuberkulöse Lymphom und das tuberkulöse Fibrogranulom, die drei anderen Gruppen sind kein Gegenstand der Strahlenbehandlung. Im besonderen ist das tuberkulöse Fibrolymphom radikal zu operieren. Die Müller'schen Angaben sind der erste Versuch, unter Zugrundelegung des pathologisch-anatomischen Befundes Indikationen für die Therapie aufzustellen, die natürlich an dieser Stelle nur insoweit erörtert werden, als die Strahlenbehandlung in Frage kommt. Müller hat nun zwischen pathologisch-anatomischem Befund der Lymphome und der Intensität der Herdreaktion auf Tuberkulineinspritzung eine gewisse Gesetzmäßigkeit entdeckt und es wäre nun allerdings möglich, an Hand dieses Verfahrens sich zunächst ein Urteil zu bilden über die wahre Natur des Leidens und dann eine Indikation für die einzuschlagende Therapie aufzustellen. Leider sind aber die Ergebnisse der Tuberkulininjektionen gerade da am wenigsten eindeutig, wo wir aus praktischen Gründen eine feinere Reaktion am nötigsten haben. Es reagieren das eitrig-käsige Lymphom sowie das eitrig-käsige Fibrogranulom sehr heftig auf Tuberkulin, während das tuberkulöse Fibrolymphom keine Reaktion zeigt. Das gutartige tuberkulöse Lymphom und das tuberkulöse Fibrogranulom zeigten die Herdreaktion selten. Wir sind also gerade da, wo wir am meisten einer Differenzierungshandhabe bedürfen, um das strahlenrefraktäre Fibrolymphom von den für eine Strahlentherapie bevorzugt geeigneten beiden anderen Gruppen zu trennen, nur auf unsichere diagnostische Hilfen angewiesen. Stark reagierende Lymphomfälle sind nach Müller von der Röntgenbehandlung auszuschließen und es decken sich hierin seine Ausführungen mit den allgemeinen Erfahrungen, daß die vereiterten Drüsenformen auch bis jetzt ein günstiges Bestrahlungsobjekt nicht gebildet haben. Bei kritischer Durchsicht der von einzelnen Autoren mitgeteilten Ergebnisse sieht man, daß doch ein recht stattlicher Teil der Lymphome nicht geheilt ist. So hat selbst ein so unbedingter Anhänger der Bestrahlung

der Drüsentuberkulose wie Krecke, der von wunderbaren Erfolgen spricht und die Bestrahlung der Lymphdrüsentuberkulose als das erfolgreichste Kapitel der ganzen Strahlentherapie bezeichnet, nur 50 % Heilungen. Es sind also — dem entsprechen auch die Bestrahlungsergebnisse anderer — immer eine Reihe Versager vorhanden, im besten Falle gelangt die Hälfte der Erkrankungen zur Ausheilung. Wie ich nun bereits erwähnte, habe ich im Osten zumeist eitrig-verkäste Lymphome zu behandeln Gelegenheit gehabt und muß annehmen, daß die seltenen, noch nicht vorgeschrittenen Lymphomfälle zur Gattung der strahlenrefraktären Fibrolymphome gehört haben. Durch den Fehlschlag der Strahlentherapie entmutigt, entschloß ich mich später, prinzipiell alle Lymphome zu operieren und hinterher zu bestrahlen. Der Erfolg dieser Therapie war ein geradezu glänzender. Ich habe eigentlich nicht einen einzigen Versager dabei wahrgenommen und ich wäre in der Lage, von 100 % Heilungen zu sprechen, wenn es möglich gewesen wäre, mir immer genaue Angaben über Dauerresultate zu verschaffen. Soweit ich aber die Fälle beobachten konnte, ist kein Rückfall eingetreten. (Leider ist es ja nun eine betrübliche Tatsache, daß man die schlecht verlaufenden Fälle meist nicht wiedersieht und so sich Selbsttäuschungen hingibt.) Wie ich schon mehrfach betonte, zeigte die übergroße Mehrzahl der Lymphomkranken einen sehr fortgeschrittenen Verlauf. Es waren darunter Fälle, die neben großen vereiterten Drüsenpaketen am Halse schon überall multiple Lymphome zeigten. Solche Fälle geben bei der rein chirurgischen Behandlung ein schlechtes Resultat und neigen nach der Radikaloperation immer zu Rückfällen. Durch die kombinierte Behandlung gelangten sie zur Ausheilung. Man könnte vielleicht einwenden, daß es doch lediglich die operative Behandlung war, die hier das günstige Resultat herbeiführte, aber ich glaube dieser ja gewiß naheliegenden Auffassung entgegentreten zu können. Ich behandelte eine Patientin mit zahlreichen fistelnden Lymphomen, bei welcher auch die Achselhöhle, Leisten- und Ellenbeuge Drüsen aufwiesen. Die Kranke ließ sich zwar bereitwillig operieren, setzte indessen jedem Versuch einer Lichtbehandlung unüberwindlichen Widerstand entgegen. Der Erfolg war schlecht, immer wieder kam es zur Neubildung von Lymphomen. Endlich entschloß sich die Kranke, sich kombiniert behandeln zu lassen, und nach einigen Monaten war ein absolutes Heilresultat zu verzeichnen. Die von vielen Autoren so sehr gerühmten Stichinzisionen habe ich nicht als zweckmäßig gefunden, wie überhaupt alles palliative Operieren sich als ein Gewinn nicht darstellte. Ich ging bei der Drüsenoperation stets so radikal wie möglich vor. Unmittelbar im Anschluß an die Operation erfolgte die Lichtbehandlung. Von Röntgenstrahlen fing ich an, im Sommer ganz abzusehen, und wandte lediglich Sonnenbäder an. Für die sonnenlosen Monate empfiehlt

sich die Verabreichung von zwanzig X gefilterten harten Strahlen in der bei der lymphoiden Form der Leukämie üblichen Applikationsart. Die Behandlung muß eine sehr lang andauernde sein. Ich zweifle nicht, daß Tuberkulininjektionen zuweilen von Nutzen sein können, ich wandte sie jedoch dabei nie an, da ich mit dem erreichten Ergebnis völlig zufrieden war. Daß diese kombinierte Behandlungsmethode eine Abkürzung bedeute, möchte ich verneinen. Ich halte durchaus daran fest, daß die Nachbehandlung mindestens so lange durchgeführt wird wie sonst die Strahlentherapie des nicht operierten Falles. Also einen Zeitgewinn bedeutet das kombinierte Verfahren keineswegs. Die gegen die Vornahme der Operation angeführten und bereits erwähnten Einwände sind ja sicher gegen das von mir verwandte Verfahren geltend zu machen. Ich habe Nachteile nicht beobachtet. Ich halte die gegen die Operation vorgebrachten kosmetischen Bedenken für übertrieben. Selbst bei der eitrig-verkästen Form ist es möglich, durch Sekundäroperationen häßliche Narbenbildung zu beseitigen. Daß die operierten Individuen im Kampf gegen die Tuberkulose weniger widerstandsfähig werden und einer Neuinfektion schneller erliegen, habe ich nicht gesehen. Im Gegenteil bildeten sich die bei den Kranken stets zu beobachtenden Lungenerscheinungen völlig zurück. Daß einmal ein sehr schlecht verlaufender fortgeschrittener Fall im Anschluß an die Operation verfallen und schnell zugrunde gehen kann, kommt ja — wie ich bereits erwähnte — vor, dürfte jedoch eine große Seltenheit sein. Auch die zugunsten der alleinigen Bestrahlungstherapie angeführten sozialen Gründe sind nicht stichhaltig. Man weist darauf hin, daß die Bestrahlung ambulant ausgeführt werden kann, während ein chirurgischer Eingriff einen längeren Krankenhausaufenthalt nötig mache. Ich sah mich nun in Polen oftmals genötigt, große Drüsenoperationen poliklinisch zu behandeln und nur ganz gelegentlich den einen oder anderen Patienten zwei bis drei Tage im Krankenhaus zu belassen; einen Nachteil aus dieser allerdings nur der Not gehorchenden Maßnahme habe ich nicht entstehen sehen. Alles, was mit Strahlentherapie zusammenhängt, ist auf langfristige Behandlungsdauer berechnet. Es kommt dann aber auch auf einen kurzen Krankenhausaufenthalt nicht an.

Ich möchte nun mit diesen Ausführungen absolut nicht eine prinzipielle Kombination von operativer Behandlung und Bestrahlung für die Drüsentuberkulose befürworten und werde beim beginnenden (d. h. für unsere diagnostischen Hilfsmittel gerade manifest gewordenen) Lymphom stets zunächst die reine Bestrahlung (und zwar die Röntgenbestrahlung) versuchen. Besteht jedoch die Neigung zur Vereiterung oder bleibt — wie beim tuberkulösen Fibrolymphom — der Erfolg längere Zeit aus, so möchte ich das kombinierte Verfahren für indiziert erachten. Bei Individuen, welche eine

geringe Neigung zur Pigmententwicklung haben, ist der Erfolg der Strahlentherapie von vornherein weniger erfolgversprechend.

Nächst dem Lymphom war es die Gelenktuberkulose, die außerordentlich häufig war. Begreiflicherweise war es insbesondere das wachsende Lebensalter, das am meisten betroffen war, doch waren auch die höheren Lebensalter häufig befallen. Der Erfolg, den besonders die Mai- und Junisonne bei der Knochentuberkulose aufzuweisen hatte, war oftmals nicht zurückstehend hinter dem Ergebnis der Hochgebirgskuren. Man konnte sagen: der beginnende, nicht mit Mischinfektion komplizierte Fall von Gelenktuberkulose jugendlicher Individuen wurde zur Ausheilung gebracht. Es liegt in der Kürze der zur Verfügung stehenden Sonne, daß die Resultate sich um so mehr verschlechterten, je herabgesetzter die natürlichen Abwehrkräfte des Körpers waren. Bei Mischinfektion und fortgeschrittenen Gelenkzerstörungen ermäßigte sich das Resultat sichtlich, einen gänzlichen Ausfall ergab die Sonnenbestrahlung bei der Gelenktuberkulose älterer Leute. Die allgemeine Erfahrung, daß die Gelenkerkrankungen der oberen Extremitäten eine bessere Prognose bieten als die der unteren, konnte man auch hier machen. Und an den unteren Extremitäten waren die Behandlungsresultate wiederum verschieden: sie waren am besten bei Koxitis, minder gut beim Kniegelenk, am schlechtesten beim Tibio-Tarsalgelenk, was durchaus nicht meinen gehegten Erwartungen entsprach und sich auch nicht mit den von anderer Seite gemachten Beobachtungen deckt. Selbstverständlich wurde der Wert der Sonnenbehandlung sehr ungünstig durch das soziale Element beeinflußt. Ganz abgesehen von der nicht immer in wünschenswertem Maße zur Verfügung stehenden guten Ernährung, war es oft aus wirtschaftlichen Gründen unmöglich, den Kranken so lange klinisch zu behandeln, als es unbedingt nötig gewesen wäre. Es wäre allerdings undankbar, wenn man hierbei nicht hohes Lob der deutschen Verwaltung zollte, die es selbst in den bedrängtesten Lagen immer und immer wieder verstand, für ärztliche Zwecke Mittel freizumachen und zur Verfügung zu stellen. Man muß ferner bedenken, daß im Osten vor der Okkupation überhaupt jeder Sinn für soziale Einrichtungen fehlte, um das alles richtig würdigen zu können, was hier höhere deutsche Verwaltungsbeamte geleistet haben. Aber für die Behandlung der peripheren Tuberkulose sind eben schon in Friedenszeiten die zu leistenden Aufwendungen als hohe Belastungen der Gemeinden empfunden worden, wieviel mehr nun im Kriege, wo den polnischen Gemeinwesen infolge Steuerausfalls die Einnahmen fehlen und sich alles dazu drängte, aus öffentlichen Mitteln behandelt zu werden. Es ist ganz selbstverständlich, daß man die einzelnen Krankheitsfälle nur so lange im Krankenhaus behandeln konnte, bis die Gelenke wieder einigermaßen funktionstüchtig waren. Sie wurden dann mit ent-

sprechenden Anweisungen entlassen und poliklinisch weiterbehandelt. Die Erkrankten, bei denen verständige Angehörige für die Durchführung der ärztlichen Anordnungen sorgten, wurden auch gesund, bei vielen überwog Unverstand und Nachlässigkeit. Hier ging natürlich in Kürze wieder alles verloren, was mühsam erreicht wurde. Was die einzelnen Gelenkerkrankungen betrifft, so erfreute vor allen Dingen die tuberkulöse Entzündung des Hüftgelenks durch ausgezeichnete Resultate. Selbst noch bei stärkeren, nicht nur im Röntgenbild wahrnehmbaren, sondern schon durch stärkere Auftreibungen und Vorwölbungen sich als eitrig eingeschmolzen manifestierenden Erkrankung konnte noch restitutio ad integrum erreicht werden. Daß die Entfernung des Eiters durch vorsichtige Punktion (Einstichstelle in tunlichster Entfernungen von der Abszeßhöhle) einen Schaden bringt, habe ich nicht gesehen. Die gleichzeitige Einspritzung von Jodoform-Glyzerin habe ich einige Zeit geübt, später aber als nutzlos wieder aufgegeben. Wurden die Patienten zur poliklinischen Behandlung entlassen, so erfolgte noch die Fixation des Gelenks durch Gipsverband. Letztere Maßnahme traf ich nur, um das voreilige Herumlaufen zu verhüten, kann jedoch nicht sagen, daß ich eine nachteilige Folge hätte beobachten können. Ebenso war ich mit dem Ergebnis der Heliotherapie beim Kniegelenk zufrieden, während das Tibio-Tarsalgelenk mir eine Enttäuschung nach der anderen brachte. Während Rollier über 87 Heilungen bei 94 Tuberkulosen des Fußgelenks im Laufe von zehn Jahren berichten konnte, gelang mir eine richtige, befriedigende Funktionen gebende und durch Röntgenaufnahme kontrollierbare Heilung überhaupt nicht. Wenn ich dazu auch bemerken muß, daß die Einzelfälle auch alle schon a priori nicht günstig lagen, so war mir doch auffallend, daß bedeutend fortgeschrittenere Hüftgelenkstuberkulosen noch zur Heilung gebracht wurden, während damit verglichen gar nicht so ungünstig aussehende Tuberkulosen des Tibio-Tarsalgelenks keine Fortschritte in der Heilung zeigten.

Auch bei Wirbelkaries erzielte man bei den noch nicht mit Paraplegia, Zystitis und Inkontinenz einhergehenden Fällen Heilresultate. Ist jedoch völlige Lähmung, Neigung zum Dekubitus und Beteiligung von Blase und Mastdarm da, dann ist von der Sonne nichts mehr zu erwarten. Auch Rollier berichtet über einen solchen Fall, der tödlich endigte. Ich selbst habe es daher auch aufgegeben, hier mit abwartenden Behandlungsmethoden etwas zu versuchen. Ich schreite sofort zur Laminektomie und bestrahle dann. Allerdings sind meine Beobachtungen in dieser Hinsicht auch nicht ermutigend. Trotzdem, glaube ich, wird man diese Versuche fortsetzen können, denn einen wirklichen Schaden kann man bei dem trostlosen Krankheitsbild gar nicht verursachen.

Wenig erfreulich waren die Ergebnisse, die ich bei Mischinfektionen

gesehen habe. Besonders ungünstig verliefen die Fälle, bei welchen schon palliative Operationen (Auskratzungen) gemacht waren. Auch das hier im Osten gelegentlich geübte unvorsichtige Punktieren ist schädlich, desgleichen habe ich sehr schlechte Resultate immer dann beobachtet, wenn ein tuberkulöser Abszeß bereits von anderer Seite inzidiert war. Es ist anscheinend ein großer Unterschied, ob man bei einem mitten in der Bestrahlungsbehandlung sich befindlichen Fall zu besonderen Zwecken eine Inzision macht oder ob solche kleine chirurgische Eingriffe als einzige Therapie vorgenommen werden. Ist erst einmal die geschlossene Tuberkulose in eine offene umgewandelt, dann ist mit einem günstigen Resultat nicht mehr zu rechnen. Es ist möglich, daß die in unbegrenztem Maße zur Verfügung stehende Menge von Sonnenstrahlen im Hochgebirge, wo man infolge günstiger klimatischer Verhältnisse die Insolation auf 7—8 Stunden ausdehnen kann, auch dann noch gute Heilergebnisse zeitigen kann, denn Rollier konnte z. B. unter 236 offenen Tuberkulosen noch 173 Heilungen beobachten. In der Ebene und bei der Sonnenarmut im Osten ist das unmöglich. Alle die palliativ operierten Fälle sah ich ungünstig verlaufen, einen heilenden Einfluß der Sonne beobachtete ich nicht mehr. Für solche Tuberkulosen wäre es wohl auch angezeigt, daß man sie — sollten es die Verhältnisse ermöglichen, was in Friedenszeiten doch wohl der Fall ist — ins Hochgebirge sendet. Dort ist vielleicht noch eine Aussicht auf Erfolg, in der sonnenarmen Ebene des Ostens nicht. Ähnlich liegt es mit den sehr fortgeschrittenen Knochentuberkulosen. Maßgebend für die Beurteilung dieser Fälle ist immer das Röntgenbild. Wenn hier noch eine Rettung möglich ist, so ist es im Hochgebirge. Diese Fälle sind es auch, für die man das Äußerste wagen muß, sonst sind sie verloren. Da zu ihrer Behandlung die Sonne der Ebene im Osten nicht ausreicht, so entschloß ich mich, ähnlich wie bei dem tuberkulösen Lymphon, zur kombinierten Behandlung. Ich operierte diese Fälle zunächst und bestrahlte sie dann. Ich erwartete, mit dem kombinierten Verfahren wenigstens etwas zu erreichen: ich hoffte, mit kleinen, nicht verstümmelnden Operationen zum Ziele zu gelangen. Aber auch diese Hoffnung erfüllte sich nicht. Alle Versuche mit gründlichen Auskratzungen, Verband mit Jodoformgaze und daran sich anschließender Strahlentherapie schlugen fehl. Ich stand daher ab von aller palliativen Encheirese und entschloß mich schweren Herzens zu radikalem Operieren. Die Gründe, welche gegen die ausgedehnten Resektionen, Amputationen usw. sprechen, sind bekannt. Wir sind uns alle dessen bewußt, daß sie nur selten wieder lebensfrohe Menschen schaffen. Meist können wir dem tuberkulösen Prozeß doch keinen Einhalt tun, günstigsten Falles schafft man Krüppel und Menschheitsinvaliden. Unvergessen sind uns noch allen Bardenheuers erste Mitteilungen über die

Wunder der Sonnenbehandlung im Hochgebirge und ich glaube kaum, daß sich auch nur ein einziger Chirurg dieser Wandlung in der Betrachtung verschlossen hat. In dieser Erwägung ging ich verstimmt und mißgelaunt an die verstümmelnden Operationen heran, von ihrem schlechten Ergebnis von vornherein überzeugt. Ich operierte so radikal, wie man früher zu operieren pflegte, und besonnte nachträglich die Operierten. Ich kann nicht sagen, daß die nunmehr erzielten Ergebnisse unbefriedigend waren. Der erste in dieser Weise behandelte Fall betraf einen 18jährigen Jungen mit jahrelang bestehender offener Tuberkulose des rechten Tibio-Tarsalgelenks, Karies des linken Oberkiefers und starker Beteiligung der Lunge. Die Gelenktuberkulose war schon wiederholt, ehe der Junge in meine Behandlung kam, palliativ operiert worden, das Befinden wurde immer schlechter, die Oberkieferkaries trat hinzu, Sonne hatte keinen Erfolg. Ich machte nun, da auch der Kalkaneus total zerstört war, die typische Miculiczsche Operation und besonnte dann. Der Heilerfolg war ein glänzender. Die Oberkieferkaries heilte mit spontaner Sequesterabstoßung aus, die Lungenerscheinungen verschwanden, das Allgemeinbefinden änderte sich vollständig, aus dem völlig verlorenen und aufgegebenen Menschen wurde wieder ein lebensfrohes, allerdings verkrüppeltes Individuum. Wir haben in diesem Falle ein eigentümliches Nebeneinander von Versagen und glänzendem Einfluß der Strahlentherapie vor uns. Die Oberkieferkaries heilte unter dem Einfluß der Sonne aus, die Lungenerscheinungen (Hilusdrüsen, Adhäsionen, Spitzeninfiltrationen) bildeten sich zurück, während bei der Tibio-Tarsaltuberkulose die Heliotherapie absolut versagte. Allerdings konnte man diesen Erfolg der Bestrahlung erst dann feststellen, nachdem die am stärksten betroffenen Skeletteile (Talus, Kalkaneus, Tibiaenden) entfernt waren. Man geht in der Annahme nicht fehl, daß in diesem Falle die Heilkräfte des Lichtes nicht in der Lage waren, die schwere tuberkulöse Infektion des Körpers zu überwinden, daß sie jedoch ausreichten, um die Tuberkuloseherde zu vernichten, nachdem die starke Quelle der fortgesetzten Reinfektionen entfernt war. — Noch drastischer lag ein zweiter Fall, in welchem ausgedehnte Tuberkulose des Fußgelenks bestand und fortgesetzt weiterschritt. Die Lungen waren betroffen, der Prozeß griff auf die gesunde Seite über, zeigte aufsteigende Tendenz, befiel das Kniegelenk, die regionären Drüsen wurden ergriffen und schließlich gesellte sich noch eine Psychose hinzu, kurzum ein verlorener Mensch. Sonne und Palliativoperationen hatten keine Wirkung, unter unseren Augen verschlechterte sich der Prozeß von Woche zu Woche. Zu retten war nichts mehr und so entschloß ich mich, da das ganze Fußskelett beteiligt und am Unterschenkel nichts mehr zu erhalten war, zur Amputation mit anschließender Bestrahlung nach Gritti. Der Verlauf war ein ähnlicher wie

der vorgeschilderte. Die Drüsenschwellungen verschwanden, die Psychose (über deren Eigenart ich nähere Angaben nicht machen kann, da ich nicht über psychiatrische Fachkenntnisse verfüge, die ich aber als Erschöpfungspsychose deutete) klang völlig ab und trotz des Verlustes des Unterschenkels sah man wieder einen lebensfrohen Menschen vor sich. In diesen beiden Fällen war es lediglich ein Verdienst der Strahlentherapie, daß der gänzliche Verfall der Erkrankten aufgehalten und ein relativ befriedigendes Ergebnis erzielt wurde. Bei der rein chirurgischen Behandlung, wie wir sie früher übten, wäre auch bei gleichzeitiger Verwendung von Tuberkulin ein derartiges Resultat nicht erreicht worden. Ich entschloß mich daher, bei allen Mischinfektionen, sowie bei allen sehr fortgeschrittenen und im Röntgenbild als solche erkennbaren offenen Tuberkulosen, sobald die Sonnenbehandlung nicht sehr rasch und deutlich erkennbar eine günstige Wendung herbeiführte, nicht mehr zu lange mit dem Einzelfall zu warten und Zeit zu verlieren, sondern tunlichst bald zu operieren und dann sekundär zu besonnen. Ich bin mit dieser Behandlungsart sehr gut zum Ziele gekommen und habe nur einen wirklichen Mißerfolg gesehen. Es handelte sich um eine ausgedehnte Hüftgelenkstuberkulose. Der Femurkopf war völlig eingeschmolzen. der Pfannenrand vereitert, Darmbein und Trochanter stark beteiligt, Allgemeinzustand trostlos. Dazu bestanden über beiden Lungen ausgebreitete phthisische Prozesse mit starkem Auswurf, ferner hohes Fieber und unerträgliche Schmerzen. Hier schien mir jede Therapie von vornherein aussichtslos. Schließlich schritt ich — um das letzte Mittel noch zu versuchen — zur Operation. Ich muß dazu bemerken, daß ich die Hüftgelenkresektion geradezu perhorresziere, da ich noch nie einen günstigen Erfolg davon gesehen habe. Auch hier war das Ergebnis kein anderes. wie man es sonst sieht und früher immer beobachten konnte. Selbstredend brachte die Entfernung des erkrankten Gelenkes dem Kranken subjektive Erleichterung, aber eine wirkliche Besserung — ganz abgesehen von dem trostlosen funktionellen Ergebnis — konnte ich nicht feststellen. Nicht einmal der Prozeß auf der Lunge konnte günstig beeinflußt werdeu. Hier versagte auch die Sonne nach Entfernung des Hauptherdes der Erkrankung. Allerdings war bei diesem Falle auch keinerlei Neigung zur Pigmententwicklung wahrnehmbar, er bot also von vornherein keine Aussicht auf einen Erfolg der Phototherapie.

Ganz ungünstig waren die Ergebnisse der Heliotherapie bei der Gelenktuberkulose älterer Individuen. Jenseits des 50. Lebensjahres sah ich einen Erfolg der Bestrahlung überhaupt nie. Es verlohnte sich hier im Osten eigentlich nicht einmal der Versuch einer Bestrahlung, auch nicht der bereits operierten Fälle.

Zusammenfassend läßt sich also über das Ergebnis der Strahlentherapie

bei Gelenktuberkulose im Osten sagen, daß der beginnende Fall zur Heilung gebracht wird, daß man bei Mischformen und fortgeschrittenen Fällen die Lichtbehandlung mit dem chirurgischen Verfahren zweckmäßig kombiniert und daß man bei älteren Erkrankten weder so noch so etwas Befriedigendes erreicht. Gänzlich zu vermeiden sind die palliativen Operationen. Was im Hochgebirge hierin indiziert ist und noch glänzende, staunenswerte Erfolge geben kann, ist in der Ebene des Ostens schädlich. Die Behandlung muß, um richtig wirksam zu sein, auf lange Dauer berechnet werden. Die Sonnenarmut bringt es mit sich, daß man hier schon mit Behandlungszeiten von 1—2 Jahren rechnen muß. Daß an Stelle des Sonnenlichtes auf künstliche Lichtquellen zurückgegriffen werden kann, ist dabei ohne Belang. Gerade bei der Knochentuberkulose ist der Wert des Sonnenlichtes ein unendlich höherer als der gewiß nicht gering zu veranschlagende Heileffekt bei Verwendung künstlicher Strahlenquellen. So ist in erster Linie dem Röntgenlicht eine bedeutende Wirkung zuzusprechen und auch die übrigen gebräuchlichen Lichtquellen, wie die Quarzlampe, Bogenlicht, Sollux usw., leisten sehr viel. Man braucht sich dabei absolut nicht durch den irreführenden und direkt reklamehaft berührenden Ausdruck „künstliche Höhensonne" irritieren zu lassen (zu allgemein bekannt ist ja die gänzliche physikalische Verschiedenheit des Spektrums dieser Strahlenquelle von dem des Sonnenlichtes), aber wir können namentlich im Osten dieser Hilfsmittel gar nicht entbehren und ich selbst vermißte sie immer schmerzlich. Aber darüber kann ein Zweifel nicht bestehen, daß das Sonnenlicht in seiner Wirkung allen anderen Bestrahlungsmitteln besonders bei der Knochentuberkulose unendlich überlegen ist. Für die sonnenlose Zeit habe ich harte Röntgenstrahlen 20 von X (gefiltert) in Abständen von je 3 Wochen zweckmäßig gefunden. Sicherlich hat die Bevölkerung diese mit den primitivsten Mitteln betriebene Strahlentherapie als außerordentlichen Segen empfunden, langsam hat sie das ursprüngliche Mißtrauen dagegen abgelegt. Schließlich trat der Umschlag ins Gegenteil ein. In jedem Garten besonnten sich Kranke, ganz gleichgültig, ob es sich um ein Magenkarzinom oder um einen dekompensierten Herzfehler handelte; Sonnenerytheme kamen vor; alle, die eben etwas von dem Heilwert der Sonne gehört hatten, wollten nun davon profitieren. Es ist dies eigentlich der beste Beweis für die günstige Wirkung, daß dieselben Menschen nunmehr an eine mystische Wunderkraft glaubten und das dogmatisch verehrten, was sie ehedem mit Unglauben und Geringschätzung zurückgewiesen hatten.

Nicht so reichlich, als ich es erwartete, hatte ich Gelegenheit, Lupusfälle zu behandeln. Ich setzte voraus, daß der Lupus im Osten unendlich häufig auftrete, was ich jedoch nicht in dem erwarteten Maße bestätigt

fand. Ich hatte nun keine Finsenstrahlen zur Verfügung und war genötigt, mich lediglich auf Röntgenlicht und Sonnenstrahlen (event. noch chirurgische Maßnahmen) zu beschränken. Der erzielte Erfolg war in jeder Hinsicht ein ausgezeichneter. Über die Lupustherapie haben sich ja unsere Ansichten etwas gewandelt. Während vor noch nicht zu langer Zeit die Lupusbehandlung geradezu einen Sonderabschnitt der Strahlentherapie bildete und die Lokalbehandlung sans phrase darstellte, hat man sich doch neuerdings mehr und mehr vom Wert der allgemeinen Phototherapie überzeugt. Noch überwiegen zurzeit die Anhänger der örtlichen Behandlung, aber es ist nach den Veröffentlichungen von Axel Rheyn und Ernst kein Zweifel möglich, daß auch so hervorragende Kenner der Lupuserkrankung nicht mehr einer einseitigen Therapie das Wort reden. Das allgemeine Lichtbad hat für die Lupusbehandlung eine enorme Bedeutung, mag auch die Einschränkung von Rheyn und Ernst, daß man mit allgemeiner Phototherapie allein nicht zum Ziele kommt und der Lokalbehandlung nicht entbehren kann, zutreffend sein. Ebensowenig trifft auch die Umkehrung zu. Ohne Allgemeinbehandlung werden wir auch eine Dauerwirkung beim Lupus nicht erzielen. Ob bei der ganzen Lupusbehandlung die Wahl der zu verwendenden Strahlen eine so übergroße Rolle spielt, sei dahingestellt. Finsens ursprüngliche Absicht war es, die Bakterien mit Licht zu vernichten. Diese Idee ist aufgegeben, die ganze Auffassung einer Bakterizidie des Lichtes ist heute nicht mehr haltbar, wenigstens nicht in ihrer Übertragung auf biologische Vorgänge. Wir wissen, daß auch die nicht bakterizid wirkenden Röntgenstrahlen beim Lupus sehr günstig wirken, ja sogar von einzelnen Autoren den Finsenstrahlen vorgezogen werden. Ob dies berechtigt ist, sei dahingestellt. Die über eine große Erfahrung in der Lupusbehandlung verfügenden Spezialisten werden sicher nicht von ihrer bewährten Methode der Finsenbestrahlung ablassen, und eine Krankheit, deren Therapie so unendlich viel Übung und Erfahrung erfordert, wird immer noch von dem am erfolgreichsten bekämpft, der über eine eigene Methodik verfügt. Es liegt mir also nichts ferner, als den Wert der Finsenbestrahlung auch nur im entferntesten anzweifeln zu wollen. Daß es aber auch ohne dieselbe möglich ist, sehr befriedigende Heilergebnisse zu erzielen, zeigten mir meine in Polen gewonnenen Erfahrungen. Ich habe in der denkbar einfachsten Weise die Lupusfälle behandelt: In erster Linie durch Sonnenbäder, denen dann eine örtliche Bestrahlung mit gefilterten harten Röntgenstrahlen angeschlossen wurde. Die Dosis betrug 10 X und wurde noch 3 Wochen wiederholt. Aus einer Mitteilung Jesioneks ersah ich, daß dieser erfahrene und ausgezeichnete Kenner und Beobachter sehr großen Wert auf eine sehr genaue Dosierung, besser gesagt Angewöhnung an das Sonnenlicht legt. Genau wie man im Hoch-

gebirge nicht sofort mit der Sonnenkur beginnt, sondern sich erst die Patienten an das Klima gewöhnen läßt, so bestrahlt auch Jesionek nicht sofort mit der Sonne, sondern beginnt mit diffusem Tageslicht. Dann erst geht er zur Heliotherapie über und steigert langsam in der bekannten Art die zu applizierenden Strahlenmengen. Es ist selbstverständlich hierüber ein Wort nicht zu verlieren, daß für den Wert einer jeden Sonnenbehandlung die richtige Dosierung Grundbedingung ist. Daß nun das diffuse Tageslicht sehr dazu geeignet ist, den Patienten für die nachfolgende Heliotherapie empfänglich zu machen, ist wohl zu verstehen. Inwieweit hier dem Lupus eine Sonderstellung zukommt und die Lupuskranken schneller als andere Kranke unliebsame Sonnenerscheinungen aufweisen, ist mir unbekannt. Auf jeden Fall befolgte ich den Jesionekschen Vorschlag und bin mit dem erzielten Ergebnis sehr zufrieden gewesen. Ich sah mich daher auch nicht veranlaßt, die Wirkung der Strahlentherapie durch Kombination mit anderen Mitteln (wie z. B. die Tuberkulineinspritzungen im Sinne Doutreleponts oder die Lekutylverwendung nach Arthur Strauß) verstärken zu wollen. Einen völligen Mißerfolg sah ich in einem äußerst traurig liegenden Falle, bei dem fast die ganze Gesichtshaut schon von der Erkrankung ergriffen war. Dieser Fall war früher in Berlin seiner Angabe nach mit Finsenstrahlen behandelt worden und war völlig geheilt. Zu Beginn des Krieges trat ein Rückfall ein, der Kranke konnte einer erneuten Behandlung nicht mehr unterzogen werden und kam mir 1917 in einer schaudervollen Verfassung zu Gesicht. Hier versagte jede Behandlung: auch alle Versuche, chirurgisch das traurige Bild zu verbessern, schlugen fehl. Ich verlor dann diesen Kranken aus den Augen, ehe ich den Versuch mit Tuberkulin und zimtsaurem Kupferlezithin machen konnte.

Handelte es sich bei den drei bisher erwähnten Tuberkuloseformen (Lymphom, Gelenktuberkulose und Lupus) um Erkrankungen, bei denen das Licht als wirksamstes Heilmittel allgemein anerkannt ist, so gilt nicht dasselbe von der nunmehr zu erörternden Lungentuberkulose. Es ist in doppelter Hinsicht nicht zu verstehen, daß der Strahlentherapie der Lungenphthise bis jetzt eine allgemeine Anerkennung verweigert blieb. Einerseits handelt es sich um das älteste Problem der ganzen Lichtbehandlung, dem man sich immer und immer wieder zugewandt hat. Es hat in der Geschichte der Medizin nie an Versuchen gefehlt, durch Licht die Schwindsucht zu heilen; der Heilwert der Sonne wurde immer zu gewissen Zeiten hoch bewertet, um dann allerdings wieder vergessen und gänzlich vernachlässigt zu werden. Auch der früher in Frankreich herrschende Volksglaube, daß die Berührung des Sonnenkönigs Tuberkulose heilen könne, und der die Kranken veranlaßte, die Provinz zu verlassen, um auf sonniger

Landstraße nach Paris zu ziehen, ist nur eine Mischung von Aberglauben und praktischer Durchführung einer Heliotherapie. Einen richtigen Erfolg hatte dies alles nicht. Die Sonnenbehandlung wurde ganz durch die medikamentöse verdrängt, an deren Stelle dann die Tuberkulintherapie trat — niemand dachte mehr an physikalische Heilmethoden. Als die Röntgenstrahlen entdeckt wurden, da war es wohl der erste therapeutische Versuch, den man wieder bei Lungentuberkulose mit ihrer praktischen Verwendung machte. Wieder gaben die Strahlen Anlaß zu neuen Hoffnungen. wieder blieb der Erfolg weit hinter der gehegten Erwartung. Vereinzelte Befürworter fanden sich zwar immer wieder, aber eine richtige Übereinstimmung wurde nie erzielt. Es lag in der Natur der Sache, daß mit der verbesserten modernen Röntgentechnik und der Einführung der Filtertherapie dieses Problem wieder neu aufgenommen wurde. Jetzt mußte es doch endlich gelingen, so große Massen von Strahlen in die Tiefe zu senden. die auch tatsächlich ausreichten, um den Tuberkelbazillus zu vernichten. Noch beherrschte die Auffassung einer bakteriziden Wirkung der Strahlen das ärztliche Denken; die wenigen Stimmen, die sich damals schon in gegenteiligem Sinne aussprachen, verhallten ungehört. Im Banne herrschender Zeitauffassung blieb die Strahlentherapie der Lungentuberkulose von falschen Voraussetzungen behaftet und belastet. So konnte ihr ein Erfolg nicht zufallen und es blieb das älteste Problem der Lichtbehandlung ungelöst. Die neue Beschäftigung mit dieser Frage, der glänzende Erfolg vor allen Dingen, den die Heliotherapie bei peripherer Tuberkulose zu verzeichnen hatte, brachte es mit sich, daß man sich trotz aller Mißerfolge erneut der Strahlentherapie der Phthise zuwandte. Und hier ist es der zweite Punkt, der uns den Mißerfolg so schwer verständlich macht. Wir wissen, daß die peripheren Tuberkulosen meist ihren Ausgangspunkt nehmen von einer Primärinfektion, die in der Lunge ihren Sitz hat. Man müßte nun eigentlich annehmen, daß eine Heilung der peripheren Tuberkulose ganz unmöglich wäre, wenn nicht der tuberkulöse Primärsitz zum Schwinden gebracht wird, da doch von da aus eine stete Reinfektion des Körpers stattfindet. Kann aber dieser Primärherd durch Phototherapie unschädlich gemacht werden, dann ist ganz und gar unerfindlich, daß dasselbe Mittel in dem einen Fall seine Wirkung tut, den Primärherd in der Lunge und die periphere Tuberkulose in den Gelenken zur Ausheilung bringt. in dem anderen Falle aber bei einer reinen Beteiligung der Lunge nichts leistet. — Dies ist schwer zu verstehen, jedoch ist an der Tatsache nicht zu zweifeln, daß bis jetzt die Strahlentherapie der Lungentuberkulose eine wirklich erfolgreiche nicht gewesen ist und daß die Allgemeinheit — selbst augenblicklich, in einer Zeit der unbedingten Anerkennung der Phototherapie der peripheren Tuberkulose und des Lupus — sich noch absolut

zurückhaltend verhält gegen alle Versuche, diese Behandlungsform auf die Lungentuberkulose zu übertragen. Es sind stets dieselben Autoren, welche diesem Kapitel der Medizin ihre Aufmerksamkeit zuwenden und es immer und immer wieder versuchen, diesem unendlich schwierig liegenden Problem näherzutreten. Ein gewisser Erfolg ist ihnen auch nicht versagt geblieben und es enthalten die Veröffentlichungen von de la Camp, Küpferle, Bacmeister, Iselin, Manfred Fränkel, Fritz M. Meyer, Guttstein u. a. so viel bemerkenswerte Tatsachen, daß erneute Versuche auf diesem so viel betretenen und überreich an Enttäuschungen gebliebenen Weg zu rechtfertigen sind, um so mehr als unsere bisherige sonst geübte Tuberkulosetherapie bis jetzt noch sehr lückenhaft ist.

Ich selbst habe mich mit der Bestrahlung bei Lungentuberkulose früher schon eingehend befaßt und war kurz vor Ausbruch des Krieges zu dem Schlusse gekommen, überall da Strahlentherapie bei Lungenphthise zu verwenden, wo das Blutbild eine mäßige Steigerung der Lymphozytenwerte aufwies. In solchen Fällen beobachtete ich einen Erfolg der Bestrahlung und ich glaubte, in allen beginnenden Tuberkulosen an Hand einer sich auf den Blutbefund gründenden Dosierung eine wesentliche Besserung feststellen zu können. Ich erblickte damals in der Lymphozytose den Ausdruck einer Abwehrbewegung des Körpers und faßte die Röntgenwirkung als eine Reizwirkung auf. Ich erblickte in meinen Beobachtungen einen Beleg für die Richtigkeit der Auffassung Manfred Fränkels, der die „Reizdosis“ zu einem strahlentherapeutischen Begriff gemacht hat. Ich war daher auch — obgleich von anderer Seite der entgegengesetzte Standpunkt vertreten wurde — ein Anhänger der kleinen Dosen. Über sehr viele Punkte bedurfte es noch experimenteller Nachprüfungen und Kontrolluntersuchungen, die der Kriegsausbruch mir unmöglich machte. Ich nahm daher die in Polen sich bietende Gelegenheit sofort wieder auf, um hierüber neue Erfahrungen zu sammeln. Zunächst zeigte das Blutbild im Osten eine Besonderheit, indem es eine Vermehrung der großen mononukleären Zellformen aufwies. Es verliert bei einer solchen Eigentümlichkeit natürlich die ganze Beurteilung des Blutbildes an Wert, da man annehmen muß, daß ähnliche Abweichungen von den bei uns als normal angesehenen Werten auch für die übrigen Formelemente des Blutes bestehen. Da auch die Hämoglobinwerte ganz andere sind, als sie bei uns als Norm angesehen werden, so möchte ich der bestehenden Lymphozytenzahl eine Bedeutung für die Beurteilung des Einzelfalles — ob Strahlentherapie indiziert ist oder nicht — nicht zuerkennen. Die Lymphozytenwerte lagen im Durchschnitt immer oberhalb der bei uns angenommenen Norm; was jedoch die Norm hierzulande ist, konnte ich nicht feststellen. Inwieweit klimatische Verhältnisse hier eine Rolle spielen, ob es

sich um völkisch-konstitutionelle Eigentümlichkeiten handelt, ob Ernährungsfragen einwirken, ob nicht Folgeerscheinungen der vollzogenen Impfungen vorliegen, das alles sind Fragen, die ich nicht beantworten kann. Dies vorausgeschickt, sei erwähnt, daß ich bei fast allen Lungentuberkulösen hier erhöhte Lymphozytenwerte gefunden habe, daß also — nach meiner eigenen Theorie — sämtliche für eine Strahlentherapie indiziert gewesen wären. Tatsächlich — ohne hierauf nach dem oben Ausgeführten nun irgendeinen Wert legen zu wollen — sind die Ergebnisse der Bestrahlung überraschend gut gewesen. Alle Fälle, welche klinisch einen Befund aufwiesen, nach welchem man von einer azinös-nodösen Form im Sinne Nicols sprechen konnte, die mit febrilen Temperaturen einhergingen, Anämien aufwiesen, katarrhalische Erscheinungen zeigten, über Nachtschweiße und Hustenreiz klagten, wurden durch die Bestrahlung in einer Weise beeinflußt, wie ich es bei keinem anderen Mittel, das zur Tuberkulosebekämpfung angewendet wurde, gesehen habe. Dieses günstige Ergebnis wird auch dadurch nicht beeinträchtigt, daß vielleicht nicht immer eine akute Tuberkulose vorlag. Bei der Unsicherheit vieler Tuberkulosediagnosen muß man auch sonst damit rechnen, daß man auch manchen Fall als Tuberkulose angesprochen hat, der vielleicht einmal eine Tuberkulose durchgemacht und sie überwunden hat, jetzt aber an anderer Erkrankung leidet. Es ist ein Irrtum in der Deutung des Ergebnisses um so leichter möglich, als wir ja durch die Mitteilungen von Lommel und Schilling wissen, daß die Bestrahlung auch bei chronischer, nicht tuberkulöser Bronchitis eine günstige Wirkung besitzt. Diese Grenzfälle können um so mehr zur Täuschung Anlaß geben, als man ja ihnen in erster Linie seine Hauptaufmerksamkeit zuwendet. Denn die beginnenden Tuberkuloseformen sind das günstige Objekt der Strahlenbehandlung. Ich habe früher schon ausgesprochen, daß ich mir den meisten Erfolg verspreche von den Tuberkuloseformen, welche bei Individuen mit einer bestimmten korrelativen Wachstumsanomalie der extrauterinen Entwicklung auftreten; ich vertrat ferner den Standpunkt, daß die Hilustuberkulose sich mehr zur Strahlenbehandlung .eignet als die Spitzentuberkulose. Dies ist allerdings eine ziemlich starke Einschränkung und man ist zur Frage berechtigt: Was leistet denn die Strahlentherapie in den Fälle, in denen manifeste Dämpfungen bestehen, lokalisierte, stark ausgebildete Geräusche vorhanden sind, eine einwandfreie radiologische Feststellung erfolgt ist und ein positiver Bazillenbefund vorliegt? In diesen Tuberkulosefällen habe ich unsere ganze bisherige Therapie wirkliche Erfolge nicht erzielen sehen. Weder die Sanatorien noch das Tuberkulin, noch die klimatischen Kuren haben nach meiner Beobachtung etwas genützt. Ganz besonders enttäuschend hat auf mich die Tuberkulinbehandlung gewirkt. Ich muß offen aussprechen, daß ich

vom Tuberkulin eigentlich nicht in einem einzigen Falle eine wirkliche Beeinflussung des Krankheitsbildes gesehen habe. Überall, wo die Tuberkulinkur von den Kranken, die ich behandelt hatte, als Wohltat, ja als Rettung gepriesen wurde, hatte ich den Eindruck, daß sie in erster Linie suggestiv gewirkt hatte. Gerade das waren die Fälle, bei welchen früher einmal eine Tuberkulose diagnostiziert war, die vielleicht auch bestanden haben mag, bei welcher aber eine wirkliche Feststellung krankhafter Veränderungen nicht mehr möglich war. Diese Patienten verfielen dann einer Tuberkulosefurcht, die sie zwang, immer und immer wieder den Arzt aufzusuchen. Diese blühten später unter dem Einfluß einer Tuberkulinbehandlung auf und können auch als glänzende Erfolge bezeichnet werden. Man sei hierin nicht ungerecht und unterschätze nicht den Wert des Erreichten. Denn ganz abgesehen von der Suggestivwirkung (Suggestion ist zweifellos eines der wertvollsten Unterstützungsmittel, die wir besitzen) mag auch noch eine allgemeine immunisierende Beeinflussung dabei mitwirken, einen örtlichen Erfolg aber habe ich vom Tuberkulin nie gesehen. Wo Spitzengeräusche mit Dämpfung, Nachtschweiße, Katarrh mit bazillenhaltigem Auswurf bestanden, sah ich die Wunder des Tuberkulins nie, von welchen andere berichtet haben. Dieses aber sind die Fälle, die ich zum Vergleich heranziehe, wenn ich von einem Erfolg der Strahlentherapie spreche. Hier vermag die Strahlentherapie noch etwas zu leisten und ich habe die feste Überzeugung gewonnen, daß die Strahlentherapie der Lungentuberkulose den anderen Behandlungsmethoden überlegen ist. Inwieweit man dann noch die Tuberkulinbehandlung und die operativen Verfahren heranziehen will, entscheidet sich an Hand des Einzelfalles. Wie überall in der Tuberkulosetherapie, möchte ich auch hier der kombinierten Behandlung das Wort reden, aber das eigentlich Wirksame bleibt das Licht!

Man hat nun aus der Tatsache, daß die Strahlentherapie bei Tuberkulösen unmittelbar im Anschluß an die Bestrahlung Erscheinungen hervorruft, welche sehr an die Reaktionen erinnern, die man nach Tuberkulineinspritzungen erlebt, weitgehende Schlüsse gezogen. Man dachte an eine dadurch hervorgerufene Beeinflussung der immunisatorischen Schutzkräfte des Körpers und erklärte sich die Wirkung so, daß die Bestrahlung den tuberkulösen Herd entgifte und daß sich von hier aus Tuberkulin entwickle, welches ähnlich wirke wie das injizierte Tuberkulin. Ich möchte mich nun nicht auf den etwas mystisch berührenden Begriff der Entgiftung festlegen und möchte sogar ganz im Gegenteil annehmen, daß bei dieser tuberkulinähnlichen Wirksamkeit der Strahlen nur eine Gleichheit der Symptome, tatsächlich aber gänzlich verschiedenartige Vorgänge vorliegen, denn man kann dieselben Erscheinungen auch bei Nichttuberkulösen im Anschluß an Bestrahlungen beobachten.

In ganz fortgeschrittenen Tuberkulosefällen ist der Wert der Lichtbehandlung ein fraglicher. Namentlich sind bei diesen Kranken die Lichtreaktionen oft sehr quälend, so daß tatsächlich auch Verschlechterungen im Befinden eintreten. Es ist nun notwendig, diese Kranken sehr langsam und vorsichtig nicht nur an Licht, sondern auch an das Lagern im Freien zu gewöhnen. Das letztere verursacht vielen Kranken im Anfang Beschwerden. Auch die Röntgenbehandlung wird öfters nicht gut vertragen. Fieber bildet keine Gegenindikation für die Bestrahlung. Daß das Auftreten von Hämoptoë durch Bestrahlung begünstigt wird, habe ich nicht beobachtet. Eine wirkliche Heilung eines fortgeschrittenen Tuberkulosefalles ist mir mit der Strahlentherapie nicht gelungen, jedoch sind sehr erfreuliche Besserungen — vor allem im Befinden — nicht selten gewesen. Es ist dabei zu berücksichtigen, daß sich diese ganze Behandlung oft unter den denkbar ungünstigsten äußeren Verhältnissen abspielte. Man muß die Räume gesehen haben, in welchen namentlich die städtische jüdische Bevölkerung im Osten wohnt. Eine feuchte, dumpfe, modrigriechende Stube mit zahllosen Fliegen, bei denen noch nicht einmal der Versuch gemacht wird, sie zu vertreiben, das ist der Wohnraum des Kranken, den er mit vielen anderen Familienangehörigen teilt. Hier liegt er auf einem schlechten Lager, entleert seine Sputa auf die Bettdecke; hier fühlt er sich wohl in seinem stumpfen Stoizismus, jede Veränderung dieser Lebensweise ist ihm eine Last. So wenig sonst die Zeit hierzulande einen Wert darstellt, so schwer ist es, solche Kranke von der Notwendigkeit einer lange andauernden Kur zu überzeugen. In seinem Unverstand wird der Kranke noch durch seine Angehörigen bestärkt, die man nur mit großer Mühe zur Durchführung getroffener Maßnahmen anhalten kann. Noch schwieriger liegt es bei der polnischen Landbevölkerung, mit der man sich nicht zu verständigen vermag. Hier wird auch das Menschenleben nur gering eingeschätzt. Der Kranke ist eine Last, das Individuum hat keinen Wert. Und doch gelang es, gelegentlich auch da noch Besserung zu bringen. Der Hustenreiz ließ nach, die Temperaturen sanken, der Appetit hob sich, der Auswurf verringerte sich, das Gewicht nahm zu, so daß man von dem Ergebnis der Therapie wenigstens nicht so völlig unbefriedigt war, wie man es in diesen Fällen meistens sonst gewesen ist.

Die dabei verwandte Technik bewegte sich in den einfachsten Formen. In erster Linie wurde die Sonne — wenn nur irgendwie möglich — herangezogen. Der Kranke wurde durch diffuses Tageslicht für die Sonnenbehandlung vorbereitet, und zwar um so sorgsamer, je schwerer der Krankheitsfall lag. Dann wurde mit $^1/_2$ stündigen Teilbesonnungen begonnen und je nach dem Grad der sich entwickelnden Pigmentbildung langsam die Bestrahlungszeit vergrößert. Erst nach mehrmonatiger Sonnenbehandlung

ging ich zur Röntgenbestrahlung über. Ich befürworte die ganz einfache Applikation von 20 X harter, gefilterter Strahlen, die einmal von vorn, das andere Mal von hinten auf den Thorax verabreicht werden. Nach Ablauf von 3 Wochen wird die Bestrahlung wiederholt, nach 6 Wochen erfolgt die dritte und letzte Bestrahlung. Ist der krankhafte Prozeß in der Lunge sehr weit verbreitet, so kann man die Thoraxbestrahlung in Felder einteilen, ähnlich wie es Bacmeister vorschreibt. Bacmeister teilt die Brust nach dem Röntgenbefund in eine Reihe von Feldern ein und bestrahlt jedes Feld in vier aufeinanderfolgenden Sitzungen mit je 10—15 X, so daß er im ganzen 40—60 X verabreicht. Er gibt in der Woche 2—3 Bestrahlungen. Bei einer Einteilung in drei Bestrahlungsfelder würde die Kur in 4—6 Wochen beendet sein. Küpferle befürwortet gleichfalls die Felderbestrahlung, das Feld in einer Ausdehnung von etwa 20 qcm. Er empfiehlt eine Verabreichung von 15—20 X gefilterter Strahlen (Filter 3—4 mm Aluminium). Größere Einzeldosen haben sich nach Küpferle nicht als zweckmäßig erwiesen, da stärkere Reaktionen örtlicher und allgemeiner Art sich zeigten. (Hierin decken sich Küpferles Beobachtungen am Menschen mit seinen bekannten Tierversuchen, aus denen hervorgeht, daß das Lungengewebe durch zu große Strahlenmengen geschädigt wird.) Im allgemeinen läßt sich wohl sagen, daß zwischen diesen verschiedenen technischen Angaben ein nennenswerter Unterschied nicht besteht. Hierin besteht Übereinstimmung, daß Massendosen zur Bestrahlung der Lunge sich nicht empfehlen.

Ich persönlich stehe ja auf dem — wohl ziemlich isolierten — Standpunkt, das reine Sonnenlicht für das eigentlich wirksame in dieser ganzen Therapie zu halten und erblicke in den Röntgenstrahlen nur einen Ersatz für fehlendes Sonnenlicht, sowie eine Ergänzung. Daß dabei auch andere Lichtquellen nutzbringend verwendet werden können, ist selbstverständlich. Bacmeister beginnt seine Behandlung mit Quarzlampenbehandlung, geht dann zur Röntgentherapie über und schließt hieran wieder eine Quarzlampenbestrahlung an, sicher ein sehr zweckmäßiges Verfahren, das ich nur mangels einer Quarzlampe im Winter nicht in Anwendung bringen konnte.

Die Strahlentherapie kann mit einer vorsichtig ausgeführten und bei allen stärker auftretenden Reaktionen am besten zu unterlassenden Tuberkulinkur kombiniert werden.

Wenn es nun also gelungen ist, selbst bei den klimatisch, sozial, hygienisch so absolut ungünstig liegenden östlichen Verhältnissen mit der Behandlung der Lungentuberkulose durch Licht etwas Greifbares zu erreichen, wenn man dabei berücksichtigt, daß diese sämtlichen Resultate mit den bescheidensten, eigentlich nur behelfsmäßig zu beurteilenden Mitteln erzielt wurden und daß die ganze, doch die Vollkraft eines mit genügender

Assistenz ausgestatteten Krankenhausleiters voraussetzende Behandlung von mir nur neben meinem ausgebreiteten militärischen Dienst durchgeführt werden konnte, so darf man wohl sagen: wieviel mehr hätte sich da auf Grundlage einer Heilstättenbehandlung bei stärkerer Individualisierung in der Behandlung erreichen lassen! Demgegenüber ist es unverständlich, daß man mit der Befürwortung der Phototherapie der Lungenphthise eigentlich immer auf Unglauben und Ablehnung stößt. Es ist z. B. bezeichnend für die ganze herrschende Auffassung des Wertes der Strahlentherapie bei Lungentuberkulose, daß bei Veröffentlichungen über günstige Heilergebnisse der Strahlentherapie der alleinige negative Erfolg bei Lungentuberkulose so gewissermaßen als selbstverständlich erwähnt wird. Zurzeit beschränkt sich diese ganze Behandlungsart nur auf das Wirken eines kleinen Kreises, die große Mehrzahl der Ärzte steht auf ablehnendem Standpunkt.

Wie bereits oben erwähnt, ist der Widerspruch unerklärlich, der in der unbedingten Anerkennung der Strahlentherapie bei peripherer Tuberkulose und Lupus und ihrer Ablehnung bei Lungentuberkulose gelegen ist. Sollte eine Mischinfektion bei Lungenphthise die Ursache des Mißerfolgs sein? Diese Annahme ist naheliegend und sicher auch oft zutreffend. Wir sehen ja auch bei der Knochentuberkulose die Mischinfektion den Verlauf beeinträchtigen. Indessen dürfte die Erklärung keinesfalls eine restlose sein. Einerseits heilen auch Knochentuberkulosen trotz Mischinfektion aus, andererseits ist die Strahlentherapie auch bei Lungentuberkulosen erfolglos befunden worden, die nicht mit Mischinfektionen einhergehen. Die Mischinfektion allein ist es also nicht, welche das Ergebnis so ungünstig beeinflußt, obgleich ich die Bedeutung der Mischinfektion sehr hoch einschätze.

Sollten es nun gewisse physikalische Eigenschaften sein, welche Vorbedingungen für eine Strahlentherapie sind und der tuberkulösen Neubildung fehlen? Diesen Gedanken habe ich schon 1914 ausgesprochen. Wir wissen z. B., daß dem strahlenempfindlichen Karzinomgewebe eine erhöhte Absorptionsfähigkeit für Röntgenstrahlen zukommt. Diese beruht auf den höheren Atomgewichten der an der Zusammensetzung des Karzinoms beteiligten Elemente, erklärt sich also rein physikalisch. Diese günstige physikalische Vorbedingung, deren Tragweite man überdies auch beim Karzinom nicht überschätzen darf, fällt bei der Tuberkulose weg. Indessen dürfte diese rein physikalische Erklärung unzulänglich sein. Sie würde günstigstenfalls nur für Röntgenstrahlen zutreffen, aber für die gesamte Wirkung aktinischer Strahlen belanglos sein. Es bringt uns also die Übertragung rein physikalischer Vorgänge auf biologische Fragen dem Ziele nicht näher, wenn ja auch zuzugeben ist, daß die Knochentuberkulose in-

folge des höheren Atomgewichtes des Kalziums hierin günstigere Vorbedingungen für eine Röntgentherapie bietet als die Tuberkulose der Lunge.

Neben der Absorption kommt noch die Radiosensibilität in Betracht. Ist das tuberkulöse Gewebe radiosensibel? Diese Ansicht wird in der Literatur vielfach vertreten und man muß auch unter Zugrundelegung des Gesetzes von Bergonié und Tribondeau an eine Radiosensibilität ohne weiteres denken. Auch sind an der Zusammensetzung der Tuberkelknötchen Formelemente beteiligt, die radiosensibel sind. Daß Röntgenstrahlen auf tuberkulöses Gewebe einen starken Einfluß besitzen, ist zweifellos. Der exakte Nachweis dafür stammt von Küpferle. Küpferle hat Versuchstiere künstlich tuberkulös gemacht. Bestrahlte er solche künstlich tuberkulös gemachten Tiere, so blieben sie vor schweren destruktiven Vorgängen bewahrt, während die unbestrahlten Kontrolltiere Käseherde mit üppigen tuberkulösen Granulationsbildungen aufwiesen. Der Versuch Küpferles ist äußerst wertvoll und man ist zur Annahme berechtigt, daß die Bestrahlung insbesondere auf die tuberkulöse Granulationsbildung von Einfluß ist. Ich halte es nun aber für verfehlt, aus diesem Experiment zu weitgehende Schlüsse zu ziehen und ohne weiteres eine hohe Radiosensibilität für jedes tuberkulöse Gewebe anzunehmen. Was das Experiment beweist, läßt absolut noch keine Verallgemeinerung und Übertragung auf den Menschen zu. Das Experiment zeigt uns, daß der Einfluß der Bestrahlung den Ausbruch einer Tuberkulose verhütet. Der frisch entstehende produktive Prozeß ist radiosensibel. Hier trifft alles zu, was Bergonié und Tribondeau zum Gesetz erhoben haben: die starke reproduktive Kraft der Zellen, die karyokinetischen Eigenschaften. Das ist aber etwas anderes bei jahrelang bestehender Tuberkulose. Hier bestehen alte nekrotisierende Herde und zirrhotische Prozesse, die eine erhöhte Radiosensibilität nicht mehr aufweisen. Die Radiosensibilität ist noch so lange vorhanden, solange es unter dem Einfluß der Tuberkulose zu einer völligen Gewebsumstimmung kommt und die an dem Tuberkel beteiligten Zellen die Fähigkeit zeigen, sich außerordentlich zu vermehren, also gewissermaßen embryonale Eigenschaften besitzen. Sind aber einmal weitgehende Verkäsungen, Nekrosen, eitrige Einschmelzungen und Zerfallserscheinungen vorhanden, so verliert die Radiosensibilität an Bedeutung, indem das so weit durch die Tuberkulose zerstörte Gewebe nicht mehr strahlenempfindlich ist. Die Stellen, an welchen noch radiosensible Gewebselemente vorhanden sind und von welchen aus sich der Vorgang der Reparation entwickeln könnte, treten gegenüber diesen Zerstörungen so weit zurück, daß sie überhaupt nicht mehr für eine Heilung in Frage kommen. Die Strahlentherapie bezweckt die Umwandlung des radiosensiblen Granulationsgewebes in Bindegewebe, welches seinerseits durch seine Fibroblasten die Tuberkelknötchen

umwuchert, umfaßt und zur Vernarbung bzw. zur Schrumpfung bringt. Daß also die radiosensiblen Eigenschaften des tuberkulösen Gewebes nur für die beginnenden bzw. noch nicht zu weit fortgeschrittenen Prozesse in Frage kommen, ergibt sich danach von selbst. Von einer Überschätzung des Einflusses der Radiosensibilität soll man sich freihalten; für die Heliotherapie hat sie keine Bedeutung.

In der ganzen Tuberkulosebehandlung ist das eigentlich Wirksame der Strahlentherapie noch ganz ungeklärt. Man hat gesehen, daß in einer größeren Anzahl tuberkulöser Erkrankungen die Behandlung mit strahlender Energie gute, oftmals großartige Dienste tut, mehr wissen wir eigentlich nicht. Alle bisher gegebenen Erklärungen sind lückenhaft und es ist leicht zu verstehen, daß wir bei dem weitaus schwierigsten Kapitel der Strahlentherapie — der Behandlung der Lungentuberkulose — so lange noch reichliche Enttäuschung erleben werden, solange wir keinen Einblick in das eigentlich Wirksame unseres Vorgehens besitzen. Je nach der herrschenden Allgemeinvorstellung haben sich hierin auch unsere Anschauungen fortgesetzt gewandelt. Die ursprüngliche Absicht, den Tuberkelbazillus selbst zu treffen und direkt abzutöten, mußte fallen gelassen werden, nachdem der Beweis erbracht war, daß die Röntgenstrahlen eine bakterizide Wirkung nicht besitzen. Als die Lehre spezifischer Antikörper und Immunisierungsvorgänge unseren Gedankengang beherrschte, da dachte man an eine durch Licht erzeugte Serumüberschwemmung mit Zuführung eines Komplements, das zu den vom Körper gebildeten Antistoffen hinzutritt und ihnen die Möglichkeit verleiht, immunisierende Kräfte zu entfalten. Als die Hyperämiebehandlung ihren siegreichen Einzug hielt, da faßte man die Lichtwirkung wieder als Wärmewirkung auf und erblickte im gesteigerten Blutstrom die Aufgabe der Therapie. Es begannen die erfolgreichen Bestrebungen, das Licht in anderer Energieform dem Körper zuzuführen; die Diathermie errang sich allgemeine Anerkennung. Wieder traten neue Wandlungen ein, die machtvoll ausgebauten Lehren von der inneren Sekretion wurden maßgebend für unser Vorstellungsvermögen. Wir lernten unter allen Hormonen das Adrenalin am genauesten kennen und glaubten, im Cholin seinen Antagonisten gefunden zu haben. Cholin soll den Blutdruck herabsetzen, die Schleusen der Blutgefäße öffnen und eine Hyperämie herbeiführen. Dieses Cholin sollte aber durch Bestrahlung entstehen. Es entstand die Vorstellung einer durch Lichtwirkung entstehenden Labilisierung der Lipoide, einer Abspaltung des Cholins. Das Cholin trat zeitweise in den Mittelpunkt des strahlentherapeutischen Interesses, man glaubte an seine große kurative Wirkung. Auch diese Erwartung erfüllte sich nicht. Spätere Forschungen ergaben auch, daß die blutdruckvermindernde Wirkung des Cholins gar nicht ihm selbst, sondern seinem Zersetzungsprodukt, dem

Trimethylamin, zukomme, kurzum, auch dieser Gedanke verlor mehr und mehr an Bedeutung. Als sodann der Wert der ultravioletten Strahlen wieder mehr in den Vordergrund trat, als die Heliotherapie ihre glänzenden Erfolge aufwies, da suchte man nach Lichtquellen, welche unendliche Mengen ultravioletter Strahlen spenden sollten, die, weit das Sonnenlicht übertreffend, hinabreichten bis zu den Strahlen mit kleinsten Wellenlängen. Und wiederum trat eine Wandlung ein, als man durch Laues Entdeckung eine neue Vorstellung von der Physik der Röntgenstrahlen erhielt, ferner als man unter dem Einfluß der die ganze Strahlentherapie beherrschenden Filtertechnik begann, sich mit der Sekundärstrahlung zu befassen. Auch sie gewann für die Strahlentherapie der Tuberkulose an Bedeutung.

Wie diese Fülle von Theorien, von denen jede einzelne ihre Berechtigung hat, allein schon zeigt, ist der Lichtvorgang auf den Körper ein unendlich komplizierter. Wir haben hier ein Nebeneinander der verschiedenartigsten Wirkungen. Wenn auch die moderne Physik heute auf dem Standpunkt steht, das Licht als etwas Einheitliches anzusehen, von dem das sichtbare Spektrum nur den kleinsten Teil darstellt, wenn wir heute den Begriff des Spektrums ganz anders fassen und mit den kilometerlangen Hochfrequenzwellen beginnen, um mit den kurzwelligsten Gammastrahlen des Radiums zu enden, so ist dieser Einheitsbegriff nicht auf die Therapie übertragbar. Die elektrische Welle wirkt physiologisch ganz anders auf den Organismus wie das Sonnenlicht, die ultravioletten Strahlen wieder gänzlich anders als die Gammastrahlen. Allerdings verwenden wir auch das ganze Spektrum zu Heilzwecken, von der Thermopenetration begonnen bis zum Mesothorium. Wollen wir jedoch bei der Lungentuberkulose — dem Kapitel der Strahlentherapie, bei welchem uns der Erfolg noch am meisten versagt blieb — ein Heilresultat erzielen, so müssen wir eine genaue Vorstellung davon haben, in welcher Weise wir den Organismus mit dem einzelnen Abschnitt des Spektrums beeinflussen wollen. Was wollen wir erreichen? Wollen wir örtlich, wollen wir allgemein wirken? Wollen wir den Krankheitsherd durch Zerstörung unschädlich machen, wollen wir die Schutzkräfte des Körpers anregen? Strahlen können zerstören und können reizen, je nach dem Teil des Spektrums, das wir in Anwendung bringen, je nach der Menge, welche wir verabreichen. Eine Strahlentherapie der Tuberkulose — und ganz besonders der Lungentuberkulose — kann sich nur aufbauen auf genauester Kenntnis der Wirkungsweise des verwandten Teils des Spektrums einerseits, der richtigen Dosierung andererseits. Daß hierin eine ganz besondere Schwierigkeit liegt, ist ohne weiteres zu verstehen. Ein Fehler nach einer dieser beiden Seiten muß den Mißerfolg bringen. Was wir bei der Tuberkulosebehandlung mit strahlender Energie erreichen können, ist folgendes: Erstens, wir können

örtlich den Krankheitsprozeß bekämpfen, indem wir den tuberkulösen Herd zum Schwinden bringen; zweitens wir beeinflussen den Organismus allgemein durch Hebung seiner Abwehrkräfte. Zu beiden Zwecken verwenden wir gänzlich verschiedene Strahlungen. Um den Tuberkuloseprozeß örtlich zu beeinflussen, bedienen wir uns der Röntgenstrahlen. Das tuberkulöse Gewebe selbst bietet hier die Angriffsobjekte für eine Bestrahlung. Ist es uns möglich, die epitheloiden Zellen, welche noch embryonale Eigenschaften besitzen und eine erhöhte Radiosensibilität aufweisen, zu beeinflussen, gelingt es uns, das tuberkulöse Granulationsgewebe zum Zerfall zu bringen und durch Bindegewebe zu ersetzen, so haben wir im Wege der molekularen Dissoziation mit den verwandten Strahlen unser Ziel erreicht. Dieser örtliche Erfolg ist noch keine Heilung. Diese kann nur im Wege einer allgemeinen Beeinflussung des Stoffwechsels erfolgen. Auch hierzu dienen uns die Strahlen, nur sind es nicht mehr die Röntgenstrahlen, deren lokale Bedeutung an Allgemeinwirkung hinter die örtliche Wirkung zurücktritt, sondern die aktinischen Strahlen. Die örtliche Behandlung soll die Zelle in ihren physikalischen Eigenschaften beeinflussen. Es sind die Vorgänge der Ionisation, Osmose, molekulare Dissoziation, die Erreichung eines isoelektrischen Zustandes mit seinen Ausfällungen und Flockungen, die wir erstreben. Die allgemeine Behandlung wendet sich an den Zellchemismus; diese Aufgabe erfüllen die aktinischen Strahlen.

Aus diesen ganz allgemein ausgesprochenen Gesichtspunkten sind aber auch schon die unendlichen Schwierigkeiten, die einer solchen Therapie begegnen können, leicht erkennbar. Die lokale Einwirkung der Röntgenstrahlen wird eine unmögliche, wenn schon umfangreiche, weit ausgedehnte Zerstörungen bestehen, wenn nicht mehr das tuberkulöse Granulationsgewebe, sondern Nekrosen, Vereiterungen, Verkäsungen vorherrschen. Die Allgemeinwirkung der aktinischen Strahlen wird nicht eintreten, wenn der Stoffwechsel der Zelle ein schon so darniederliegender ist, daß seine Anregung nicht mehr möglich ist. Dies scheint vor allem beim alternden Menschen der Fall zu sein. Hier lassen schon die elektrischen Spannungsunterschiede in der Zelle nach, die zwei verschiedenen chemischen Prozesse, die die gegenseitige Spannung bedingen, verringern sich, die Zelle befindet sich in den Vorstadien des isoelektrischen Zustandes. Begreiflicherweise bedingt dies ein Nachlassen des assimilatorischen und dissimilatorischen Eigenschaften. So ist es denn auch zu verstehen, daß bei der Tuberkulose im höheren Lebensalter die Strahlentherapie wirkungslos bleibt.

Sollen nun die Röntgenstrahlen einen lokalen Einfluß ausüben, so ist es selbstverständlich, daß sie in der nötigen Menge in die Tiefe gelangen. Zu kleine Dosen nützen nichts, hierüber liegen einwandfreie Nachprüfungen experimenteller Art vor. Dies ist der Fehler der Vergangenheit gewesen.

daß sie mit zu kleinen Dosen und zu weichen Röhren arbeitete, damit an der Gefahrzone der Röntgenverbrennung zu früh anlangte und so kein Ziel erreichen konnte. Als die Filtertechnik allgemeine Bedeutung gewann, verfiel man in das entgegengesetzte Extrem. Man bestrahlte mit zu großen Dosen und zerstörte damit nicht nur das tuberkulöse Granulationsgewebe, sondern auch gleichzeitig das junge Bindegewebe, das ja die Heilung herbeiführen soll. So entstand statt Heilung eine schwere Schädigung der Lunge. Es mußte also erst die richtige Dosis gefunden und es mußte ferner dem Körper durch Reaktionspausen Zeit gelassen werden, den Reparationsprozeß zu vollziehen.

Die Wirkung der Sonnenstrahlen und der an ultravioletten Strahlen reichen Lichtquellen ist eine allgemeine. Wir kennen die unendlich geringe Tiefenwirkung der ultravioletten Strahlen, die nur Bruchteile eines Millimeters beträgt. Wie können nun diese Strahlen mit ihrer minimalen Tiefenwirkung den Körper allgemein beeinflussen? Was ist überhaupt allgemeine Beeinflussung? Ist sie gleichbedeutend mit dem Begriff der Entgiftung oder der immunisatorischen Kraft? — Die ultravioletten Strahlen werden in die Haut des Menschen aufgenommen und dort in andere Energieformen umgewandelt. Wie diese Transformation im einzelnen vor sich geht, ist noch nicht genügend bekannt. Wahrnehmbar ist nur, daß unter dem Einfluß des Lichtes in der basalen Epidermisschicht Pigment entsteht. Es sei dahingestellt, ob die Vorstellung eine richtige ist, daß das Pigment die Eigenschaft besitzt, Strahlen mit kurzer Wellenlänge in langwellige (also Wärmestrahlen) umzuformen, die dann in den Kreislauf aufgenommen werden und als kleine Wärmeherde dienen. Mehr als Vermutungen kann man eigentlich über das Pigment nicht aufstellen, eine richtige Vorstellung über das Pigment besitzen wir nicht. Alles ist nur abgeleitet von Erfahrungen, ohne physiologisch richtig nachgeprüft zu sein. Wir haben gesehen, daß die Heliotherapie überall da wirksam ist und glänzende Erfolge erzielt, wo eine reichliche Pigmententwicklung stattfindet, wir finden keine Erfolge, wo die Pigmentbildung versagt. Zwischen Pigmententwicklung und Heilerfolg besteht ein Parallelismus. Ganz allgemein läßt sich auch sagen, daß der pigmentierte Mensch besser vor Erkrankung geschützt ist. Eine alte Erfahrung ist es, daß rotblonde Individuen eine erhöhte Disposition zur Tuberkulose zeigen; Blattern befallen die pigmentierten Menschen viel weniger als die pigmentarmen. Wir sehen das Pigment nach den Bestrahlungen wieder aus der Haut verschwinden und sind zur Annahme berechtigt, daß die Abbauprodukte des Pigments in den Kreislauf gelangen und da eine uns noch unbekannte Wirkung entfalten. Feststellbar ist nur die Herabsetzung des Blutdrucks, woraus man ja die Labilisierung der Lipoide, die Cholinabspaltung usw. geschlossen hat. Mag diese

Erklärung falsch sein, die Allgemeinwirkung der Abbauprodukte des Pigments ist jedoch zweifellos. Man muß annehmen, daß die Abbau- bzw. Umformungsprodukte des Pigments eine Katalysatorenwirkung ausüben. Es ist uns eine geläufige Vorstellung, daß lichtunempfindliche Systeme durch den Einfluß von Katalysatoren photosensibel werden. Durch den Lichteinfluß vollzieht sich eine ständige Bildung von Oxydul in Oxyd, die im Dunkeln ausbleibt. Der Katalysator wird reduziert, das Substrat oxydiert. Der Luftsauerstoff verwandelt den reduzierten Katalysator wieder in eine höher oxydierte Form, diese wird wieder vom Substrat reduziert, während es selbst oxydiert wird. Es findet also durch den photokatalytischen Einfluß ein steter Wechsel der Oxydationsstufen statt. Nachdem wir durch die bedeutungsvollen Untersuchungen von Neuberg über die photokatalysatorischen Eigenschaften der Metallsalze, sowie durch Tappeiner und Jodlbauer über die Photodynamik fluoreszierender Farbstoffe unterrichtet sind, da wir vor allen Dingen die photodynamisch wirkenden Säurederivate des Anthrazens, das anthrachinondisulfosaure und das dichloranthrazendisulfosaure Natrium, als Photokatalysatoren kennen gelernt haben, sind wir berechtigt, für alle eine Chinonstruktur enthaltenden Farbstoffe — also auch für das Pigment — eine photodynamische Wirkung anzunehmen. Wie sich nun die Übertragungskatalyse der Abbauprodukte des Pigments im einzelnen gestaltet, das läßt sich nur vermuten. Da sich die Farbstoffwirkungen ohnedies schon an den Vorgang der Fluoreszenz knüpfen und wir ferner wissen, daß das Auftreten von Fluoreszenz mit der Lockerung der Verbindung der Moleküle mit den Elektronen im Zusammenhang steht, so kommt auch ein Nebeneinander physikalischer und chemischer Vorgänge hier wahrscheinlich in Betracht. Ob die einfachen Oxydationswirkungen, die wir bei photokatalysatorischen Prozessen immer haben, das besonders Wirksame sind, ob außerdem noch die Bildung von Ammoniak gesteigert wird und dadurch Säuren neutralisiert werden, ob eine für Abbaureaktionen im Körper in Betracht kommende Azetaldehydbildung eine Rolle spielt, das alles ist zu erwägen. Inwieweit neben allen Vorgängen der Photooxydationen, Photoreduktionen, Photopolymerisationen und Photolysen auch noch die Photosynthesen eine Bedeutung besitzen, ist unbekannt. Es ist anzunehmen, daß die an den tuberkulösen Herden sich bildende Oxydation die Krankheitsherde zum Zerfall bringt, daß dann die auf die hämatopoetischen Organe ausgeübten Reize eine Lymphozytenanreicherung verursachen und den Herd abkapseln. Die oxydierten Produkte erliegen den photolytischen Einflüssen. Alle diese Vorgänge hätten sich ohne Katalysatoren auch vollzogen, jedoch nur sehr langsam und in geringem Umfang. Die Katalysatoren sind es, die beschleunigen und vermehren. Wo noch eine Möglichkeit besteht, den tuberkulösen Prozeß im Wege der Oxydation und

der Photolyse zum Stillstand zu bringen, da kann es auf diese Weise geschehen. Nicht ganz klar ist die Rolle, welche die Koagulation dabei spielt. Mit der Photokatalyse steht sie in keinem Zusammenhang, es frägt sich nur, inwieweit die Photokatalysatoren in der Lage sind den Abbauprozeß koagulierter Eiweiße zu beschleunigen. Kommt überhaupt durch Lichteinfluß eine Koagulation zustande? Für ultraviolette Strahlen ist sie erwiesen, für Gammastrahlen sollte man es eigentlich auch annehmen. Dagegen sprechen allerdings Chalupeckis Linsenversuche. So bietet denn dieser Punkt noch eine Lücke in unserem ganzen Vorstellungsvermögen der Lichteinwirkung auf den Organismus. Eines nur kann als sicher gelten: das, was uns bei der Lichtwirkung als Hebung des Allgemeinbefindens imponiert, beruht auf einer dauernden Steigerung der oxydativen Vorgänge im Körper. Daß photodynamische Einflüsse dabei auf die Bakterien selbst stattfinden, ist denkbar. Wir wissen, daß bestimmte fluoreszierende Farbstoffe im Dunkeln ohne Einwirkung auf Bakterien sind, im Hellen aber vernichtend und abschwächend wirken können. Es ist denkbar, daß die Photokatalysatoren eine derartige vernichtende oder abschwächende Wirkung entfalten können. Es ist damit eine Annäherung an den ältesten und längst aufgegebenen Standpunkt der Bakterizidie der Strahlentherapie ausgesprochen. Selbstverständlich hat dies nichts zu tun mit einer direkten Lichteinwirkung auf den Bazillus selbst. Dies ist der Fehler der Vergangenheit gewesen, daß sie die bakterizide Lichtwirkung, so wie wir sie im Experiment nachweisen können, einfach auf den Organismus übertrug Es kann sich hier also nur um eine indirekte, auf dem Umweg über die Katalysatoren erfolgte Beeinträchtigung der Bazillen handeln. Daß eine solche möglich ist, lehrt eine sehr bemerkenswerte Beobachtung. So hat Küpferle mit Bazillenmaterial, das aus der Lunge nichtbestrahlter, vorher tuberkulös gemachter Meerschweinchen stammte und das er intraperitoneal injizierte, bedeutend schwerere Infektionen gesehen, als wenn er denselben Versuch mit Material unternahm, das er von den Lungen bestrahlter Tiere gewonnen hatte. Küpferle spricht daher von einer indirekten Beeinflussung der Bazillenvirulenz. Diese hat natürlich nichts gemeinsam mit der Auffassung der direkten und unmittelbaren Bakterizidität, von der sich Finsen noch leiten ließ. Nach dieser Darstellung dürfte bei der Strahlenbehandlung der Tuberkulose die Allgemeinwirkung des Lichtes eine höhere Bedeutung besitzen als die örtliche. Der Wert der örtlichen Behandlung ist in erster Linie ein unterstützender. Es ergibt sich auch hieraus, welcher Strahlengattung in der Anwendung der Vorzug zu geben ist. Zweifellos besitzt das Sonnenlicht Eigenschaften, die ihm allen anderen Strahlenquellen gegenüber eine Sonderstellung geben. Im Sonnenlicht haben wir jenen für den Organismus so unendlich wertvollen

Reichtum an inneren ultravioletten Strahlen. Alle die anderen künstlichen Strahlenquellen sind ja sehr reich an ultravioletten Strahlen. Indessen haben die letzteren außerordentlich kurze Wellenlängen, so daß sie Reizerscheinungen hervorrufen statt das so unendlich nötige Pigment. Dies allgemein vorausgeschickt, ist natürlich damit nicht etwa gesagt, daß Quarz- oder Bogenlampe im Kampf gegen die Tuberkulose nichts leisten. Wir werden — wie bereits erwähnt — namentlich in sonnenarmen Gegenden gar nicht ohne diese Hilfsmittel auskommen, namentlich da die Technik längst Mittel gefunden, der Strahlenquelle auch die fehlenden langwelligen Strahlen beizumischen. Ob überhaupt die Sonne allein in der Lage, ist speziell bei der Lungentuberkulose die absolute Heilung herbeizuführen, muß bezweifelt werden, denn wir können die Beobachtung machen, daß in sonnenreichen überseeischen Ländern (Java) die periphere Tuberkulose nicht häufig ist, wohl aber die Lungentuberkulose keine seltene Krankheit darstellt. Es scheint, als ob man gerade bei der Lungentuberkulose ohne die unterstützende Hilfe örtlicher Einwirkung durch Röntgenstrahlen nicht zum Ziele kommt. Ob nun diese Röntgenstrahlen lediglich örtlich wirken und nicht doch noch eine Allgemeinwirkung besitzen, darüber fehlen uns noch genauere Vorstellungen. Wohl wissen wir, daß auch die Röntgenstrahlen eine Pigmentierung erzeugen. aber diese ist nicht ohne weiteres gleichzusetzen dem Pigment, das wir durch Sonne erzielen. Fast scheint es so, daß für dieses Pigment, das bei harter, gefilterter Strahlung stärker auftritt als bei weicher, die Wahl des Filters von Bedeutung ist. So legte z. B. ein so ausgezeichneter Beobachter wie Manfred Fränkel gerade seinem Platin-Stanniolfilter eine hohe Bedeutung für den Erfolg seiner Bestrahlungen bei. Damals stand die Ultrapenetration und das Studium der Sekundärstrahlung noch im Vordergrund des Interesses und man konnte sich auch Manfred Fränkels Erfolge nie anders erklären als im Anschluß an die Sekundärstrahlenbetrachtung. Sollte es nun gerade das Platin-Stanniolfilter sein, das eine für die Lungentuberkulose geeignete Sekundärstrahlung entwickelt, d. h. eine Strahlung, welche neben der örtlichen Tiefenwirkung auch eine allgemeine Hautwirkung ausübt, und sollte sich so vielleicht auch die ganze Reizdosis, über deren Wert ein Zweifel nicht bestehen dürfte, erklären? Der Ausbruch des Krieges machte es mir unmöglich, diesem Problem, bei welchem ich die damals noch nicht allgemein erhältliche Coolidgeröhre in Verbindung mit dem Platin-Stanniolfilter verwenden wollte, näherzutreten. Es wäre durchaus denkbar, daß gerade unter dem Platin-Stanniolfilter eine Strahlung zustande kommt, die neben ihrer örtlichen Einwirkung einen allgemeinen Einfluß ausübt. Dieser allgemeine Einfluß, den Manfred Fränkel im Sinne einer Reizung deutet, kann nun sehr wohl pigmento-

phorer Art sein. Manfred Fränkel ging bei seiner Befürwortung der Reizdosen von der Ansicht aus, daß es der lymphatische Apparat sei, auf den es in erster Linie ankomme. Ich vertrat 1914 einen durchaus ähnlichen Standpunkt und glaubte auch, an Hand des Blutbildes ein Urteil gewinnen zu können, ob im Einzelfall der Organismus günstig auf die Reizdosen reagiere und die weitere Behandlung mit Reizdosen angebracht sei. Dies schließt indessen eine gleichzeitige Einwirkung der durch Platin-Stanniol gefilterten Strahlen auf das Stratum basale nicht aus und bei der engen Abhängigkeit des hämatopoietischen Apparates von allen Reizwirkungen innerhalb des Körpers halte ich es für durchaus wahrscheinlich, daß die Reizwirkung neben direkter Einwirkung der Bestrahlung auf die Milz (so wie sie Manfred Fränkel ausführt) auch durch allgemeine Einflüsse, die mit der Pigmentbildung zusammenhängen, zustande kommt.

Inwieweit es sich noch empfiehlt, bei der Tuberkulosetherapie neben den kurzwelligen Strahlen auch noch die langwelligen zu benutzen, ob es zweckmäßig ist, über das ultrarote Ende des Spektrums hinauszugehen und Hochfrequenzwellen zu verwenden, hierüber fehlt mir persönlich eine richtige Erfahrung. Ich hatte im Kriege nur ganz kurze Zeit die Möglichkeit, die Thermopenetration zur Behandlung heranzuziehen. Tatsächlich konnte ich in einem verzweifelt liegenden Falle, bei welchem schon sehr hohe Dosen von Narkotika nötig waren, mit Diathermie wenigstens eine bedeutende Besserung des Befindens erzielen. Zu verstehen wäre eine solche Einwirkung auch jedenfalls. Schon Bacmeister macht darauf aufmerksam, daß durch Bestrahlung eine starke Entlastung der Lunge infolge der Hauthyperämie eintrete. Es kommt dadurch zu einer Abschwellung der Schleimhäute im Bronchialsystem und zu einer bedeutenden Erleichterung des Kranken. Die Atmung wird freier, der Hustenreiz geringer, die Expektoration vermindert. Zweifellos ließe sich diese, die Lunge entlastende Wirkung der Bestrahlung durch Diathermie steigern.

Diese Betrachtungen wurden angeregt durch das Ergebnis der Strahlentherapie inmitten einer Bevölkerung, inmitten von Verhältnissen, wie sie ungünstiger nicht gedacht werden können. Wenn es also selbst hier möglich war, bei Lungentuberkulose etwas Ersprießliches zu erreichen, so darf man der Hoffnung Raum geben, daß dieses so viel und so oft ergebnislos in Angriff genommene Kapitel der Medizin doch noch einmal einen trostreicheren Ausblick gewähren wird und daß es einer individualisierenden Strahlentherapie gelingen werde, ein positives Ergebnis zu erzielen.

Der Wert der Milzbestrahlung bei der Bekämpfung der Lungentuberkulose mittels Röntgenstrahlen.

Von

Dr. med. **Manfred Fränkel, Berlin-Charlottenburg,** z. Zt. im Felde,
früher leitender Röntgenologe der Röntgenabteilung im Reservelazarett Landwehr-Offizier-Kasino.

Nach jeder Richtung hin sind die Röntgenstrahlen der Sonne vergleichbar. Mit jener geheimnisvollen Durchdringungskraft verbinden sie auch eine chemische Wirkung, lösen sie in den von ihnen passierten Organen besondere Umwandlungen aus. Keineswegs hört ihre Wirksamkeit etwa mit ihrer lokalen Beeinflussung auf, sondern sie haben entschieden auch eine allgemeine Einwirkung, wie wir bald hören werden. Sie erzeugen einen mächtigen Einfluß auf den Organismus, seine Zellen und ihre Tätigkeit, und diese Kraft läßt sich von Menschenhand bemessen und bemeistern. Diese ungeheure Energie, die alles bisherige an Wirkung in den Schatten stellt, sie ordnet sich willig dem Menschengeist unter zur weisen Ausnutzung.

Hat man jetzt erst auf Grund wissenschaftlicher Forschungen den tiefen Wert der Sonnenstrahlen als heilbringend endlich anerkannt, hat schon alte Volksweisheit hinsichtlich der Heilkraft der Sonne jetzt erst ihre offizielle Bestätigung und Anwendung gefunden, so kann man dieselbe segensreiche Wirksamkeit mittels besonders dazu auszuarbeitenden technischen Maßnahmen durch Röntgenstrahlen erzielen. Ja noch mehr! Eines haben wir von der Sonnenstrahlanwendung hier voraus. Ist man beim Sonnenlicht von unbeeinflußbaren Faktoren abhängig, können wir das Sonnenlicht nicht herbeizaubern, liegt diese strahlende Energie außerhalb des Bereiches unserer Macht und unseres Willens, und können wir sie uns nur dienstbar machen, wenn sie uns mit ihren Strahlen beglückt und beschenkt, so sind wir hier imstande, besser noch und anders als mit Radium, ganz nach unserem Willen diese Strahlen zu erzeugen und zum Verschwinden zu bringen, sie zu verstärken oder abzuschwächen, sie auf den gesamten menschlichen Körper oder auf bestimmte Stellen einzuschalten und zu schicken — seien diese Stellen noch so tief und geheimnisvoll verborgen. — Alles liegt hier in unserer Hand: ein Hebelgriff und die Strahlen leuchten auf, ein zweiter Hebelgriff und sie sind verschwunden!

Gerade die Allgemeinwirkung, die bislang noch wenig Beachtung und Ausnutzung gefunden hat, ist nicht zu unterschätzen.

Es wohnen auch bei dieser Anwendung allseitiger Bestrahlung geheimnisvolle Kräfte den X-Strahlen inne, die besonders bei der Bekämpfung der Tuberkulose nutzbar gemacht werden können und ähnlich wie die Sonnenstrahlen ihre Wirksamkeit zu entfalten vermögen.

Nur besteht hier die allgemeine Bestrahlung und Allgemeinwirkung in Bestrahlung besonderer Gegenden und besonderer Organe, denen wir nach den neuesten Forschungen einen wichtigen Einfluß auf die Tuberkulosebekämpfung zuschreiben. Hier ist es in erster Linie die Bestrahlung der Milz, die in der Tuberkulosebestrahlung überhaupt ein neues Moment bedeutet. Wie ist die Wirksamkeit der Milzbestrahlung zu erklären? Und eng damit verknüpft als Vorfrage? Was bedeutet die Milz im Körperhaushalt? Ist sie wirklich das unwichtige Organ, das sie scheint — denn sie läßt sich ja bekanntlich operativ entfernen, ohne daß der Körper sichtbaren Schaden leidet — und schließlich: Welche Rolle spielt sie bei der natürlichen Bekämpfung der Tuberkulose durch die Körperkräfte selbst?

Die Milz hat eine Reihe von Funktionen; sie retiniert das im Zellzerfall frei werdende Eiweiß und steht der Hämolyse vor; sie verwertet das in ihr aufgestapelte Fett zum Aufbau anderer Zellen, speziell des Hämoglobins; sie liefert mit Wahrscheinlichkeit ein Hormon, daß das autonome System paralysiert, und dessen Wirkung nach seiner Eliminierung in einer erhöhten Darmtätigkeit zum Ausdruck kommt. Sie wird in ihrer eisenretinierenden Funktion mit der Zeit durch die Leber ersetzt, die aber nicht die Fähigkeit hat, das aufgestapelte Eisen mit so großer Avidität festzuhalten. Milz und Thymus kompensieren sich; nach Thymektomie tritt Funktionssteigerung der Milz ein, nach Milzentnahme entfaltet die Thymus größere Wirkung, was sich in den Symptomen eines gesteigerten Vagotonus ausspricht. Hierfür, wie auch für den erhöhten Eisenexport, finden sich im Blutbilde beim Entmilzen greifbare Kennzeichen; in dem Absinken des Hb-Wertes und der Erythrozytenzahl, in der Lymphozytose und Eosinophilie; als weiterer Befund bei entmilzten Tieren ist die Anwesenheit jener ungenügend entkernten jollykörperartigen Erythrozyten zu notieren.

Weiter haben morphologische, experimentelle und klinische Erfahrungen die Annahme, die Milz stehe der Hämolyse vor, als berechtigt erscheinen lassen W. Goldschmidts und R. Strisowers Untersuchungen des normalen und des mit Toluylendiamin chronisch vergifteten Blutes vor und nach der Passage durch die normale und vergiftete Milz, ferner ihre Durchblutungsversuche am überlebenden Organ

ergaben: 1. daß die osmotische Resistenz der Erythrozyten gegenüber hypotonischen Kochsalzlösungen im Milzvenenblute herabgesetzt erscheint; 2. daß die Hämoglobinämie im peripheren und im Milzvenenblute in der größten Zahl der Fälle nicht nachweisbar ist; 3. daß normalerweise die Milz hämolysiere, diese Funktion jedoch nach Behandlung mit Toluylendiamin sich besonders steigere. Die Schädigung ist nicht im Blute, sondern in der Milz selbst zu suchen, woraus sich die Indaktion zur Milzexstirpation in Fällen von hämolytischem Ikterus und perniziöser Anämie, also in Fällen von Hypersplenie im Sinne Eppingers, ableiten läßt.

Die Tatsache, wie ungemein selten die Milz von Geschwulstmetastasen befallen wird, sogar in Fällen von allgemeiner Karzinomatose, kann nur so erklärt werden, daß die in die Milz verschleppten Krebszellen zugrunde gehen, weil die Milz in viel höherem Maße als andere Organe die Fähigkeit besitzt, Geschwulstzellen abzutöten bzw. aufzulösen. Auch experimentelle Untersuchungen liegen uns vor, die zeigen, daß in die Milz transplantiertes, arteigenes, embryonales Gewebe fast immer dort zugrunde geht, während es in allen übrigen Organen zum weiteren Wachstum und nicht selten sogar zur teratoiden Neubildung führt. Das gleiche Verhalten zeigt die Milz auch im Kampf gegen den Tuberkelbazillus; daher das verhältnismäßig sehr seltene Vorkommen von tuberkulösen Milzaffektionen.

Es bleibt auch experimentell kein Zweifel, daß die Immunisierungskraft des Milzgewebes im Vergleich mit allen anderen Organgeweben eine besonders hohe ist. Daraus allein geht schon hervor, daß die Milz eine bedeutende Rolle in der Geschwulstbildung bzw. der Immunität spielen muß.

Daß die Milz im Kampfe mit fast allen Infektionskrankheiten bzw. Bakterien sich beteiligt, geht schon aus der Reaktion bzw. der Anschwellung derselben bei Infektionen deutlich hervor. Außerdem sind experimentelle Beobachtungen bekannt, daß Tiere, denen die Milz exstirpiert wurde, nach Einspritzungen von gewissen Bakterien zugrunde gehen, während normale Tiere nach denselben Einspritzungen am Leben bleiben.

Neuere Beobachtungen zeigen, daß schon in normalen Organen eine Reihe differenter Stoffe vorhanden ist, welche geeignet sind, im Kampfe gegen eine tuberkulöse Infektion und bei Ausbildung von Immunitätszuständen eine bedeutungsvolle Rolle zu spielen. So haben Bartel, Neumann und Leimsner in ihrem Studium über den Einfluß lymphozyter Organe in vitro auf den Tuberkelbazillus nachgewiesen, daß eine länger dauernde Einwirkung lymphozytärer Gewebe bzw. von Milzgewebe bei 37° — Tuberkelbazillen in einen für das Meerschweinchen avirulenten Zustand überführt.

Aus den interessanten Versuchen von Pfeiffer und Marx, die eine Bestätigung seitens vieler anderer gefunden haben, wissen wir weiter, daß die blutbildenden Organe, Knochenmark, Lymphdrüsen und in erster Reihe die Milz als die hauptsächlichsten Bildungsstätten der Antikörper angesehen werden können. Injiziert man Versuchstieren Cholera-, Typhus- oder Pneumokokkenkulturen, so findet man, daß während des raschen Ansteigens der entsprechenden Antikörper die Schutzstoffe in der Milz in erheblich höherer Quantität nachweisbar sind als im zirkulierenden Blute. Tötet man die Versuchstiere in verschiedenen Zeitintervallen nach der Injektion von Bakterienkultur, so sind in der Milz schon nach 24 Stunden die ersten Anfänge der Antikörperbildung nachweisbar, also zu einer Zeit, in der das Serum noch vollständig unwirksam ist. Wird bei Tieren die Splenektomie 4—5 Tage nach der Injektion von Bakterien ausgeführt, so wird dadurch die Bildung der Schutzstoffe beeinträchtigt, wie Deutsch zeigte.

Von weittragendster Bedeutung ist nun das Ergebnis weiterer Versuchsreihen:

Die Milzen vakzinierter Tiere scheinen wirksamere immunisatorische Kraft zu entwickeln, als die Milzen von Tieren, die vorher nicht mit dem Tuberkelbazillus in Kontakt gekommen waren.

Es war schon von Bartel und seinen Mitarbeitern festgestellt worden, daß in Breien und Dekokten von Lymphdrüsen, Milz, Thymus und Leber virulente Tuberkelbazillen stark an Virulenz einbüßen, sogar ganz avirulent werden können. Wir können uns diese Zunahme der Resistenz der Meerschweinchen gegenüber der Infektion mit virulenten Tuberkelbazillen nur dadurch erklären, daß die Erreger durch die Behandlung in ihrer Virulenz Einbuße erlitten. Erst dann wird der Meerschweinchenkörper fähig sein, seine natürlichen Heilfaktoren mehr zur Geltung zu bringen und durch Produktion von Bindegewebe die Krankheitsherde zu eliminieren und die Erreger abzutöten suchen.

Wenn nun die Beobachtung gemacht wurde, daß durch die Entmilzung nicht die natürliche Resistenz der Kaninchen gegenüber dem Typus humanus des Tuberkelbazillus vermindert wurde, so läßt sich daraus schließen, daß andere Organe, wahrscheinlich in erster Linie das Knochenmark und die Lymphdrüsen, vielleicht auch nach neueren Untersuchungen die Thyreoidea ihre Funktion übernehmen können. Das geht auch mit Sicherheit aus älteren Versuchen von Pfeiffer und Marx hervor, die feststellten, daß die Milz als vornehmste Bildungsstätte der Choleraschutzstoffe anzusehen ist. Trotzdem ist aber das Serum entmilzter Kaninchen in gleicher Zeit ebenso reich an Antikörpern gegen das Choleravirus, wie dasjenige nicht splenektomierter Tiere.

„Vikariierende Organe können ebenso den Ausfall der Milz kompensieren."

Wenn nun in neuester Zeit Blumreich und Jacoby konstatieren, daß entmilzte Meerschweinchen Infektionen mit Diphtherie, Pyozyaneus, Cholera nicht nur ebensogut, sondern auffälligerweise sogar besser vertrugen als Normaltiere und die größere Widerstandsfähigkeit entmilzter Tiere gegen Infektionen auf die nach der Splenektomie für längere Zeit eintretende Leukozytose zurückführten, wenn sie dann weiter eine größere bakterizide Fähigkeit des Serums der entmilzten Tiere fanden, so spricht das gerade für den Wert der Milz im Kampfe gegen die Infektionskrankheiten; denn dieses Resultat ist so zu erklären, daß durch das plötzliche Fehlen der Milz ein hochgradiger vikariierender Arbeitsreiz für die Ersatzorgane in Form stark gesteigerter Leukozytose ausgelöst wird. Wieviel größer muß erst die Wirkung sein, wenn die an sich schon so einflußreiche Tätigkeit der Milz im Kampf gegen die Infektionserreger durch Strahlen noch mehr erhöht wird!

Wir wissen, daß die Milz die Zerstörungsstätte der roten und der weißen Blutkörperchen ist, und daß unter pathologischen Bedingungen neben dem Knochenmark auch in den Lymphdrüsen rote und weiße Blutkörperchen, aber auch körperfremde Elemente zerstört werden. Was die Tuberkulose anbetrifft, so findet sich, wie Hirschfeld schreibt, bei Miliartuberkulose eine starke Herabsetzung der Gesamtleukozytenzahl und eine schwere Veränderung der neutrophilen Blutbilder, wobei die Untersuchungen Arnths zugrunde liegen. Dieser teilt wie bekannt die neutrophilen Leukozyten nach ihrer Kernbeschaffenheit und Anzahl ein in solche mit einem Kern als die jüngsten aller Formen und dann weiter aufsteigend in ältere Formen mit 2, 3—5 Kernen, die in ganz verschiedenen bestimmten Prozentsätzen im normalen neutrophilen Blutbilde sich befinden, und zwar so, daß von den jüngsten und den beiden ältesten der geringste Prozentsatz der Gesamtzahl im Blute sich findet, während die älteren Formen mit 2 und 3 Kernen zu je 40% vertreten sind.

Bei der gewöhnlichen Leukozytose werden nach den Feststellungen Arneths — so entnehmen wir der äußerst eingehenden Arbeit Hirschfelds — zunächst nur die Zellen der letzten Klassen verbraucht, die nach seiner Ansicht am geeignetsten sind, durch Bildung von Antistoffen die Infektionserreger und ihre Toxine zu vernichten, und je größere Mengen dieser kampftüchtigsten Zellen der Körper hat, desto weniger wird sich ein vermehrter Untergang dieser Elemente bemerkbar machen. Je schwerer dagegen die Infektion ist, je mehr von diesen alten Zellen zugrunde gehen, desto höhere Anforderungen an die Leukozytenproduktion im Knochenmark gestellt werden, desto höher steigt die Zahl der Zellen in den ersten

Klassen, welche Jugendformen der erstgenannten darstellen. Im allgemeinen ist also eine fehlende oder geringere Verminderung der Leukozytenformen der letzten Klassen Beweis einer leichten Infektion, bzw. ein Hinweis darauf, daß der Organismus leicht mit den Infektionserregern fertig wird, eine Verschiebung nach links, d. h. eine Vermehrung der Jugendformen in den ersten Klassen, ist umgekehrt das Zeichen einer schweren Erkrankung. Es hat sich weiter herausgestellt, daß trotz normaler Leukozytenzahl eine erhebliche Verschiebung des neutrophilen Blutbildes nach links, eine Anisozytose, vorhanden sein kann, so daß also die Arnethsche Methik einen viel tieferen Einblick in die Leukozytenreaktion gewährt, als die bloße Zählung der Leukozyten. Findet man beispielsweise bei irgendeiner Eiterung im Organismus niedrige Leukozytenzahlen, so ist das keineswegs ein Zeichen des Rückgangs der Infektion, wenn das Arnethsche Blutbild eine Verschiebung nach links zeigt; besteht dagegen bei niedriger Leukozytenzahl keine erhebliche Verschiebung nach links, so beweist das, daß die Leukozyten den Kampf mit den Infektionserregern verhältnismäßig gut bestehen, wenn auch eine gleichzeitige Vermehrung der Gesamtleukozytenzahl auf einen noch günstigeren Stand des Kampfes hindeutet. Umgekehrt kann trotz bestehender Hyperleukozytose eine bedeutende Verschiebung des neutrophilen Blutbildes nach links auf eine sehr starke Inanspruchnahme des Knochenmarks hinweisen.

Die schwerste, prognostisch ungünstigste Blutveränderung ist die Anisohypoleukozytose, bei der Herabsetzung der Gesamtleukozytenzahl und schwere Schädigung der neutrophilen Zellen Hand in Hand geht, eine weniger schwere Blutschädigung ist die Anisonormozytose, dann käme der Reihe nach die Anisohyperzytose und endlich die Isohyperzytose als günstigste Leukozytenreaktion des Organismus, da sie beweist, daß trotz erhöhter Gesamtleukozytenzahl die Blutbildungsorgane noch nicht gezwungen waren, durch Neubildung für den Auszug junger Mannschaften zu sorgen.

Wichtig ist jedoch, daß die Hyperleukozytose nach Arneth keineswegs das allein salutäre ist, sondern auch in der Hyperleukozytose müssen wir eine Abwehrmaßregel des Organismus erblicken, ohne daß wir zurzeit den Mechanismus derselben überblicken könnten. So gilt es also einerseits die Leukozytenproduktion zu vermehren, um so immer größere Mengen kampftüchtiger Zellen dem Feinde entgegenzuwerfen.

Bei subakuten Phthisen ist trotz Fiebers und großer Mengen eitrigen Auswurfs keine Vermehrung der Leukozytenzahl, wohl aber eine Veränderung des neutrophilen Blutbildes festzustellen. In chronischen Fällen waren diese Veränderungen weniger ausgesprochen, erst bei vorgeschritte-

nen Phthisen fanden sich schwere Veränderungen. Arneth glaubt, daß der Blutbefund ein nicht zu unterschätzendes Kriterium für die Prognose der Phthise ist. Interessant sind seine Feststellungen bezüglich des Einflusses der Tuberkulinkur auf die Leukozyten; mit schweren Reaktionen gingen auch schwere Veränderungen des neutrophilen Blutbildes einher, bei Besserungen trat auch eine Sanktion des Blutbildes ein.

Wie wirkt Tuberkulin auf die Blutbildung? Diese Frage, die Brösamler-Tübingen zu lösen unternommen, hat recht interessante Ergebnisse auch für unsere Beobachtungen gezeitigt.

Übereinstimmend mit den Angaben von Sahli, Fauconnet u. a. sah Brösamler im Anschluß an die Tuberkulininjektionen eine Vermehrung der weißen Blutkörperchen eintreten. Die Leukozytose setzte im allgemeinen akut ein und konnte schon vorhanden sein, ehe Fieber und andere Reaktionserscheinungen manifest geworden waren. In ihrem weiteren Verhalten zeigten sich die weißen Blutkörperchen von der Temperatur abhängig. War keine nennenswerte Temperatursteigerung aufgetreten, so war die Vermehrung der weißen Blutkörperchen nur vorübergehender Art; erreichte aber die Temperatur höhere Grade, dann blieb die Leukozytose längere Zeit bestehen und die Zahl der weißen Blutkörperchen kehrte erst mit dem Abklingen der Temperatur zum ursprünglichen Wert zurück.

An der Zunahme der weißen Blutkörperchen waren vorwiegend die neutrophilen Leukozyten beteiligt. Von den übrigen Zellformen zeigten nur die eosinophilen Leukozyten ein besonderes Verhalten. Im unmittelbaren Anschluß an jede Tuberkulininjektion konnte er ein erhebliches Ansteigen der eosinophilen Zellen im Blut beobachten. Die Vermehrung setzte im allgemeinen wenige Stunden nach den Injektionen ein und war schon nachweisbar, ehe klinische Reaktionserscheinungen, wie Allgemein- und Herdreaktion, zutage traten.

Nach seinen Beobachtungen blieb die Eosinophilie nach Tuberkulininjektionen nur bei solchen Leuten aus, die sich als tuberkulosefrei erwiesen, dagegen war sie immer vorhanden, wenn der betreffende Kranke im Laufe der Injektionen positiv reagierte.

Welche Bedeutung kommt dem Auftreten dieser Eosinophilie zu?

Wir wissen, so führt Brösamler aus, daß bei einer ganzen Reihe von Krankheitszuständen die eosinophilen Leukozyten eine Beeinflussung erfahren. So ist es bekannt, daß bei vielen Infektionskrankheiten (Pneumonie, Typhus abdom., Polyarthritis, Sepsis) auf der Höhe der Erkrankung die eosinophilen Zellen eine hochgradige Verminderung aufweisen oder gar völlig aus dem Blut verschwinden, und daß mit dem Eintritt

der Rekonvaleszenz eine Hypereosinophilie verbunden ist. Diesem Wiedererscheinen der eosinophilen Leukozyten wird eine prognostisch günstige Bedeutung zuerkannt und die klinische Erfahrung gibt dieser Auffassung Recht.

Nun gibt es noch eine Reihe anderer Affektionen, die mit einer oft erheblichen Eosinophilie einhergehen. In erster Linie ist hier das Asthma bronchiale zu nennen, das zu Beginn des Anfalles recht erhebliche eosinophile Werte aufweist. Weiterhin kennen wir eine Vermehrung der eosinophilen Leukozyten im Blut bei allen parasitären Erkrankungen und bei verschiedenen Hautaffektionen (Pemphigus, Urtikaria und Arzneiexanthem).

Nach der Theorie von Ehrlich werden die eosinophilen Zellen auf chemische Reize hin aus dem Knochenmark in vermehrter Menge in die Blutbahn ausgeschwemmt. Ihre Bedeutung wird von ihm darin gesehen, daß sie als selbständige Zellen und Träger einer bestimmten, eigenen biologischen Funktion ein Verteidigungsmittel des Organismus darstellen und als Gegengifte gegenüber bakteriellen und anderen Toxinen aufzufassen sind. In allerletzter Zeit ist Schlecht der Frage der Bedeutung der eosinophilen Zellen nähergetreten. Er hat nach Seruminjektionen gleichzeitig mit dem Auftreten eines Exanthems eine Eosinophilie im Blute feststellen können und hat auf die Möglichkeit des Zusammenhangs dieser Erscheinung mit der Anaphylaxie hingewiesen. Diese Vermutung konnte er im Tierversuch bestätigen, indem er bei Meerschweinchen, die den anaphylaktischen Schock überstanden, eine erhebliche Eosinophilie im Blute auftreten sah.

Die nach Tuberkulininjektionen auftretenden Reaktionen beruhen nach einer jetzt fast allgemein gebilligten Annahme auf einer Überempfindlichkeit der Tuberkulösen gegenüber dem Gift der Tuberkelbazillen. Man darf also wohl annehmen, daß die unmittelbar an die Tuberkulininjektionen sich anschließende Eosinophilie als Folge eines anaphylaktischen Zustandes anzusehen ist und daß die vermehrte Ausschwemmung dieser Zellformen aus dem Knochenmark eine Schutzreaktion des Organismus darstellt.

Die morphologische Zusammensetzung des Blutbildes zeigte von vornherein eine Neutrophilie, die nach den Injektionen noch ausgeprägter wurde. Die Lymphozyten spielten im ganzen Verlauf keine besondere Rolle. Diese Feststellung ist deshalb bemerkenswert, weil den Lymphozyten besondere Beziehungen zu der Tuberkulose zuerkannt werden, namentlich seit Widal und Wolff-Eisner auf die tuberkulöse Natur lymphozytenhaltiger Pleuraergüsse hingewiesen haben. Man glaubte sich zu der Annahme berechtigt, daß die Lymphozyten eine wichtige

Rolle im Kampf gegen die Tuberkelbazillen spielen und legte ihrem Auftreten eine prognostisch günstige Bedeutung bei.

Brösamler hat auch bei ganz offensichtlicher Besserung des Krankheitszustandes nie eine Vermehrung der Lymphozyten im Blut beobachtet und spricht darum den Lymphozyten jegliche prognostische Bedeutung ab. Was die eosinophile Leukozytose betraf, denen Brösamler den Hauptwert beilegt, so boten die Kranken nach den therapeutischen Tuberkulininjektionen ein recht wechselndes Verhalten.

Brösamler fand, daß Kranke die Injektionen gut vertrugen, und deren Zustand sich unter der Tuberkulintherapie subjektiv und objektiv besserte, regelmäßig mit einer Vermehrung der eosinophilen Zellen reagierten. Die Eosinophilie blieb aber aus, sowie Störungen im Verzug waren, sei es nun, daß sie durch die Injektionen als solche oder durch interkurrente Erkrankungen verursacht waren.

Interessanterweise konnte man durch die Kontrolle des Blutbildes die Störung voraussagen, ehe klinische Anhaltspunkte dafür vorlagen, so daß man bei solchen Kranken, die von einem gewissen Zeitpunkt ab die Injektionen nicht mehr vertrugen, frühzeitig genug gewarnt wurde und durch Reduktion der Dosis und durch Verlängerung der Pausen der drohenden Gefahr begegnen konnte.

Seine Beobachtungen machen die Annahme wahrscheinlich, daß man in dem Auftreten der Eosinophilie nach Tuberkulininjektionen einen Indikator für das Auftreten gewisser Schutzkräfte erblicken kann. Und das gleiche gilt von dem Einfluß der X-Strahlen.

Reagieren die Kranken auf die Tuberkulininjektionen mit einer Vermehrung der eosinophilen Leukozyten, so darf man annehmen, daß man auf dem richtigen Weg ist. Bleibt die Vermehrung aus, nachdem sie bei früheren Injektionen immer vorhanden gewesen war, dann ist Gefahr im Verzug und Vorsicht am Platze. Man wird nun zunächst die Tuberkulindosis verringern und die Pause zwischen zwei Injektionen verlängern. Tritt auch jetzt keine Eosinophilie auf, so müssen die Injektionen bis auf weiteres sistiert werden. Kranke, die von vornherein nicht nur keine Vermehrung, sondern im Gegenteil eine Verminderung der eosinophilen Zellen aufweisen, dürfen als ungeeignet für die spezifische Therapie angesehen werden.

Nun glaubte zwar Wassermann, daß mittels der Komplementbindungsmethode nachgewiesene Antikörper einen Maßstab für die Wirksamkeit des Tuberkulins abgeben, aber — und das ist für unseren röntgentherapeutischen Einfluß wichtig — es hat sich gezeigt, daß das sogen. Antituberkulin von Tuberkulösen auch ohne Tuberkulinbehandlung gebildet werden kann.

Nun wissen wir, daß bei allen ganz akuten Prozessen sich vorwiegend polynukleäre neutrophile Zellen finden, bei allen chronischen Affektionen dagegen Lymphozyten. In allen denjenigen Ergüssen, die nicht entzündlicher Natur sind, sondern als Transsudate aufgefaßt werden müssen, fällt der Reichtum an Endothelien auf. Im einzelnen haben die recht zahlreichen Studien auf diesem Gebiet folgendes ergeben: Bei pleuritischen Ergüssen spricht eine Lymphozytose, namentlich wenn die Ergüsse noch nicht alt sind, für eine tuberkulöse Natur des Prozesses. Bei tuberkulösem Aszites überwiegen ebenfalls die Lymphozyten ebenso wie bei Meningitiden die Lymphozytose für die tuberkulöse Natur des Prozesses spricht.

Andererseits ist nach Ehrlich und Pinkus die Lymphozytenleukämie eine Systemerkrankung, eine Affektion des gesamten universell im Organismus verbreiteten lymphatischen Gewebes. Daher kommt es, daß bisweilen die stärksten leukämischen Veränderungen in solchen Fällen gar nicht in den Blutbildungsorganen zu sitzen brauchen, sondern z. B. vorzugsweise an der Haut oder an den lymphatischen Apparaten der Darmschleimhaut entwickelt sein können, und das gleiche kann sich auch am lymphatischen Apparat des Gesamtorganismus abspielen.

Da die Lymphozytenleukämie eine Erkrankung des lymphatischen Systems ist, so finden wir natürlich den Grad der Veränderungen bald an dieser, bald an jener Stelle des Körpers stärker ausgeprägt. Es gibt Patienten, bei denen die äußerlich fühlbaren Lymphdrüsen gerade eben als geschwollen gefühlt werden können und bei denen man erst bei der Leiche enorme Drüsentumoren in der Bauchhöhle findet. In anderen Fällen wieder ist die Haut, in anderen der Digestionstraktus Sitz besonderer Schwellungen. In manchen Fällen ist die Milz mehr, in anderen weniger beteiligt.

Sehr richtig schreibt Hirschfeld: „Im Gegensatz zu dem Fiasko der medikamentösen und chirurgischen Therapie haben die Röntgenstrahlen eine früher kaum geahnte Bedeutung in der Behandlung der Leukämien erlangt. Es waren zuerst amerikanische Autoren, welche auf die Idee dieser Therapie gekommen sind, und bald fing man in Deutschland an, die Erfahrungen der amerikanischen Ärzte nachzuprüfen. Jetzt spielt die Röntgentherapie der Leukämien eine dominierende Rolle und ist zurzeit die einzige Methode, mit der wir wirklich offensichtliche, wenn auch keine dauernden Erfolge erzielen; denn die Leukämie zu heilen vermögen auch die Röntgenstrahlen nicht, wie sich leider herausgestellt hat. Die Röntgenstrahlen üben eine zerstörende Wirkung auf die Leukozyten aus, und zwar scheinen es in erster Linie die Lymphozyten zu sein, die vernichtet werden. Die Zerstörung geht sowohl im strömenden Blute wie in den Blutbildungsorganen vor sich. Man pflegt bei dieser Affektion nur

die Milz zu bestrahlen, und da dieses mächtig vergrößerte, in Myeloidgewebe umgewandelte Organ wohl Ursprungsstätte der großen Mehrzahl der im Blute kreisenden Leukozyten ist, so erreicht man durch Milzbestrahlung allein einen Rückgang der Leukozytenzahlen bis auf normale, ja subnormale Werte."

Kehren wir nach dieser Abschweifung zum Ausgangspunkt zurück, so ist zu betonen, daß eine sehr große und wichtige Rolle die farblosen Blutkörperchen bei der Entzündung spielen. Sie verlassen hierbei den geschlossenen Kanal des Kreislaufes und wandern durch die Gefäßwände hindurch in das benachbarte Gewebe aus.

Nach Maximow findet man im lockeren Bindegewebe folgende Zellarten schon normalerweise vor: 1. Fibroblasten, die seit altersher bekannten Bindegewebzellen, durch deren Tätigkeit die Bindegewebsfasern entstehen. 2. Klasmatozyten, Zellen, die in ihrem ganzen Habitus schon mehr den farbigen Blutzellen gleichen, aber seßhafte Elemente geworden sind. 3. Wanderzellen, Zellen mit durchaus leukozytenartigem Habitus, die am meisten den großen mononukleären Zellen und Lymphozyten gleichen, und wie ihr Name sagt, die Eigenschaft haben, im Bindegewebe herumzukriechen und unter gewissen Umständen auch phagozytäre Tätigkeit ausüben. 4. Findet man mitunter, aber äußerst spärlich, polymorphkernige, neutrophile, eosinophile und Mastzellen. Bei der Entzündung findet nun, wie Maximow gezeigt hat, nicht nur eine Auswanderung der polymorphkernigen Leukozyten statt, sondern auch die Lymphozyten wandern in beträchtlicher Menge durch die Gefäßwände hindurch. Während nun die polymorphkernigen Leukozyten allmählich zugrunde gehen, machen die Lymphozyten, welche Maximow, nachdem sie ausgewandert sind, als Polyblasten bezeichnet hat, wichtige Wandlungen durch. Sie haben die Aufgabe Zerfallprodukte fortzuschaffen, werden aber später sessil und bilden dann Bestandteile des jungen Narbengewebes und nehmen einen Habitus an, der völlig den der Klasmatozyten gleicht. Insbesondere häufen sie sich in der Umgebung der jungen Gefäße an, wo sie zu Adventitiazellen werden. Manche von ihnen werden direkt zu Fibroblasten.

Es bestehen also, wie Hirschfeld sehr richtig sagt, sehr nahe verwandtschaftliche Beziehungen zwischen den Elementen des Blutes und des Bindegwebes, die aber durch die Entwicklungsgeschichte verständlich sind; Blut wie Bindegewebe entwickeln sich bekanntlich im embryonalen Leben aus dem Mesenchym, welches sich einmal zu fixen Bindegewebszellen, zweitens aber zu einem Stamme wandernder Zellen differenziert, zu dem auch die Leukozyten des Blutes gehören.

Während man früher annahm, daß die Regeneration des Blutes aus-

schließlich im Knochenmark stattfände, haben neuere Forschungen gezeigt, daß auch die Milz, bisweilen sogar die Lymphdrüsen und die Leber, Organe, die normalerweise nichts mit der Neubildung der roten Blutkörperchen zu tun haben, sich an der Regeneration der Erythrozyten beteiligen können, wenn besonders hohe Anforderungen an die Regeneration des Blutes gestellt werden. Jedenfalls beruht zum Teil die Schwellung der Milz und Leber, wie man sie bei manchen schweren Anämien beobachtet, auf dieser extramedullären Blutbildung. Es wäre daher unzweckmäßig, etwa derartige Organe wegen ihrer Größenzunahme therapeutisch beeinflussen zu wollen.

Es entwickelt sich bekanntlich eine Anämie eigentlich bei allen Krankheiten, die den Organismus einigermaßen angreifen, insbesondere bei allen Infektionskrankheiten. Es findet also bei denselben ein vermehrter Verbrauch von Erythrozyten statt, den der Körper nicht immer sogleich zu decken vermag. Die schwersten Grade von Anämie findet man bei Karzinomen.

Verweilen wir einen Augenblick bei der Anämie und der Chlorose, die ja so oft auch mit Tuberkulose vergesellschaftet ist:

Um die Zeit der Pubertät haben nach den Beobachtungen selbst ganz gesunde Mädchen hämoglobinärmeres Blut. In dieser Zeit erfolgt Eisenaufspeicherung in Leber und Milz. Daneben werden krankhafte Erregungen der Vasomotoren reflektorisch vom Genitalapparat ausgelöst. Aber dadurch erfolgt der Übertritt des Blutes mit veränderter Geschwindigkeit und abweichender chemischer Zusammensetzung in die Venen. Die veränderte Geschwindigkeit ruft gesteigerten Zerfall von roten Elementen hervor. So bedingt nach Charrin: Autointoxikation von abnormen Vorgängen in Ovarien oder funktionelle Schwäche und Störung der blutbildenden Organe, besonders in der Entwicklungsperiode. Die Anregung zur Blutneubildung geht von den Sexualorganen aus, und zwar nicht reflektorisch, sondern durch Erzeugung chemischer Stoffe, die ins Blut und an die Stelle der Blutbildung gelangen, um die blutbildenden Organe anzuregen. Diese Organe sind zwar nicht ausschließlich auf diese von den Genitalien herkommenden Erregungen angewiesen, aber ihr Ausfall gefährdet dcch immer den normalen Fortgang der Blutneubildung bei solchen Jugendlichen, bei denen von Hause aus diese Organe mangelhaft veranlagt oder geschwächt sind, und bei denen eine Insuffizienz der Blutneubildung durch spezifische Vorgänge im Genitalapparat entstanden ist. Diese bedingen eine Art Intoxikation, haben ihre Ursache in darniederliegend-innensekretorischen Genitalvorgängen. Die bei Chlorose im Blut sich abspielenden lebhaften Regenerationsprozesse führen zur oft beobachteten Milzschwellung. Stieda fand dieselbe in 73,9% Fällen von

Entwicklungsstörungen. Bei mangelhafter Menstruation werden Gifte im Körper zurückgehalten, die schädlich für Blut und Blutbildung sind. Pathologische Stoffwechselvorgänge in den Genitalien, speziell in den Ovarien, geknüpft an Eireifung oder Abschwächung normaler Stoffwechselvorgänge, sind die Ursache. Es ist einleuchtend, daß — die physiologische Grenze nicht überschreitende Anreize in Ovarien und blutbildenden Organen, wie sie nur durch die X-Strahlen hervorgerufen werden können, heilsame Einwirkung haben müssen.

Bei Chlorose besteht in fast allen Fällen nur eine solche Anomalie innerhalb der Keimdrüsen, die zum Ausfall oder zur Abschwächung einer bestimmten Funktion (Innensekretion) führt (Dysfunktion). Diese Anomalie ist bedingt durch mangelhafte Veranlagung, dazu kommt Funktionsschwäche der blutbildenden Organe.

Das Hämoglobin entsteht durch Eisenzufuhr. Die Chlorotische bekommt zwar genug Eisen, aber verarbeitet dasselbe nicht richtig, zur Ergänzung des verbrauchten Hämoglobins — weil die Blutbildung darniederliegt. Diese mangelhafte Funktion, und zwar als Herabsetzung der Wachstumenergie in den hämatopoetischen Organen, trägt zur Unbenutzbarkeit der mit dem Blut zwar reichlich zuströmenden eisenhaltigen Nukleoalbuminen bei, ähnlich wie bei Rachitis, die zwar genügend vorhandenen Kalksalze; im knochenarmen Knorpel sich nicht richtig niederschlagen. Das Eisen als Medikament bewirkt vielleicht einen Anstoß der krankhaft darniederliegenden Keimvorgänge in blutbildenden Organen, ob es aber einen Reiz auch in den Keimdrüsen auszulösen imstande ist, darf mit Recht angezweifelt werden. Es gibt noch andere Medikamente, die den gleichen Reiz auszuüben imstande sind, so reizt z. B. ähnlich wie Eisen, auch das Arsen die Knochenmarkzellen. Einwirkung auf die Keimdrüsen wie auf das Knochenmark und Milz ist aber bislang direkt nur möglich geworden durch Röntgenstrahlenreizdosen, die damit einen indirekten Einfluß auf die Besserung des Allgemeinbefindens und so der Tuberkulose gewinnen (siehe meine Arbeit im Zbl. f. Gyn. 1914, Nr. 26).

Auf Grund von Tierversuchen und ebenso auf Grund von Beobachtungen nach Milzexstirpation treten regelmäßig im Blut jollykörperhaltige Erythrozyten auf, als Zwischenstufen zwischen Erythroblasten und Erythrozyten. Daraus schließen Hirschfeld und Weinert, daß die Milz einen Einfluß auf den Entkernungsvorgang der Erythroblasten hat, eine Art regulierenden Einfluß auf die erythrophastische Tätigkeit des Knochenmarks.

Es ist wichtig hierbei zu betonen, daß normalerweise zwar die Milz nur Lymphozyten in den Follikeln und große mononukleäre Zellen in der Pulpa bereitet, daß aber die ihr embryonal innewohnende

Fähigkeit, Granulozyten und Erythroblasten zu bilden, verloren gegangen ist.

Diese Fähigkeit kann unter pathologischen Verhältnissen wieder erwachen, und zwar bei allen mit Hyperleukozytose einhergehenden Infektionskrankheiten, ebenso wie bei Anämie. Der Sitz dieser myeloiden Metaplasie ist ausschließlich Pulpa, wie Hirschfeld ausführte.

Sie stellt eine Abwehrvorrichtung dar und tritt in Kraft, um bei besonders starker Anforderung an die Blutbildung sich nach der myeloiden Richtung zu transformieren.

Dr. G. Schröder-Schönberg hat nun experimentell nachgewiesen, daß der Milz als Schutzorgan gegen tuberkulöse Infektion eine gewisse Bedeutung beizumessen ist. Es gelang ihm die künstliche Tuberkulose des Meerschweinchens durch Vor- und Nachbehandlung mit den Breien von Milzen gegen den Typus humanus des Tuberkelbazillus relativ immuner Tiere günstig zu beeinflussen. Nach ihm ist die wirksame Substanz wahrscheinlich ein fettspaltendes Ferment, eine Lipase, die sich nach einer Vakzinierung mit lebendem Virus anscheinend besonders stark in den Milzen der behandelten Tiere anhäuft, und während sich bei den Kontrolltieren schon eine vorgeschrittene Tuberkulose der inneren Organe (Milz, Lungen, Leber) fand, sind diejenigen des behandelten Tieres frei von Tuberkulose, was auch die histologische Untersuchung bestätigte. Die Lungen der behandelten Tiere zeigen das Bild der entzündlichen Hyperämie, das Kontrolltier eine typische Miliartuberkulose.

Es sei ferner auf die bereits am Menschen gemachten therapeutischen Versuche ausländischer Autoren mit innerlicher Gabe von Milzpulpa und subkutanen Injektionen von Milzextrakt aufmerksam gemacht.

Die Milz spielt auch eine Rolle beim Eisenstoffwechsel, eine Funktion, die gewiß auch für den Tuberkulösen wichtig ist. Mit den übrigen Mineralbestandteilen des Körpers hat sie wohl nichts zu tun. Sie ist aber die Hauptbildungsstätte von Antikörpern bei Infektionskrankheiten, von Lymphozyten und fettspaltenden Fermenten. Diese letzteren Funktionen sind hier allein von Bedeutung.

Der Kampf des Körpers gegen die Infektion, also die Abwehr und der Versuch zur Ausheilung der Infektion, geschieht auf zwei ganz verschiedenen Wegen, wie Wolff-Eisner ausführt.

1. Durch die Bildung der Antitoxine, welche die Gifte der Bakterien zu neutralisieren vermögen, und 2. durch die Bildung anderer Stoffe, von denen die wichtigsten die Bakteriolysine sind, welche die Lebenstätigkeit der Bakterien und damit ihre weitere Vermehrung aufheben, aber während dieser Aufhebung der Vermehrungsfähigkeit gerade die Leibesgifte der Bakterien, die Endotoxine in Freiheit setzen. Die Bakterien vermögen

infolge ihrer Eigenschaften am häufigsten in den tierischen Körper unter natürlichen Verhältnissen einzudringen, und es hat sich bestätigt, wie z. B. die neuen Arbeiten von Friedberger beweisen, daß die Erscheinungen der Infektionskrankheiten zum großen Teil als Überempfindlichkeitsphänomene aufzufassen sind. Dementsprechend entsteht auch bei der Tuberkulose unter der Einwirkung der Tuberkelbazillen im infizierten Organismus eine Überempfindlichkeit gegen das Gift der Tuberkelbazillen, und so hat Wolff-Eisner in umfangreichen Arbeiten nachzuweisen versucht, daß 1. die Tuberkuline das einheitliche Gift der Tuberkelbazillen darstellen und 2., daß die Tuberkulinreaktionen als Überempfindlichkeitsreaktionen gegenüber dem körperfremden Eiweiß der Tuberkelbazillen aufzufassen sind. „Es beruht so in letzter Instanz die physikalische Diagnostik speziell bei der Tuberkulose auf dem eben skizzierten, allumfassenden Grundgesetz der Immunität.“ Der Organismus macht in der gleichen Weise wie bei der Tuberkulinbehandlung spontan schon den Versuch zu einer Heilung durch Bildung lytischer Antikörper, welche die Propagation und die Generalisierung der Tuberkulose verhindern, die ohne diesen Mechanismus sofort eintreten würde.

Die Tuberkuloseheilung ist ein kombinierter Vorgang; sie ist abhängig von mehreren Faktoren, vom Verhalten der Antikörper (Lysine, welche die Aufschließung der Tuberkelbazillen und somit die Tuberkulinreaktion, gleichzeitig aber auch wohl die Vernichtung der Tuberkelbazillen bewirken) und von der Reaktion des Körpers auf die unter der Einwirkung dieser Antikörper freiwerdenden Leibesgifte.

Von sehr großer Bedeutung ist für den Verlauf der Tuberkulose und für eine etwa eintretende Heilung, wie Wolff-Eisner festgestellt hat, auch die Reaktion des Körpers auf die freiwerdenden Gifte. Diese Reaktion kann sehr verschiedener Natur sein und beruht auf einem individuellen, vielleicht konstitutionellen Faktor, dessen Wesen bisher nicht näher festgestellt werden konnte. Die Reaktion des Körpers auf die aus den Tuberkelbazillen freiwerdenden Gifte kann nämlich bindegewebiger oder exsudativer Natur sein, und die Bedeutung dieser verschiedenen Form der Reaktion ist eine sehr verschiedene insofern, als die bindegewebige Reaktion zur Abkapselung des Krankheitsherdes tendiert, während die exsudative leicht zur Propagation und zur Nekrotisierung führt.

Beide Faktoren, welche die Heilung der Tuberkulose beeinflussen, die Antikörperbildung wie die Reaktionsform, können durch physikalische Therapie sehr wesentlich beeinflußt werden; durch Ernährungstherapie, durch klimatische Einwirkungen, durch Hydrotherapie kann ein günstiger Einfluß ausgeübt werden, und zwar insofern, als durch diese Einwirkungen eine Stimulierung der Antikörperbildung und eine Umstim-

mung des konstitutionellen Faktors bedingt wird. Hiermit ist die Rolle der physikalischen Therapie aber noch nicht abgeschlossen, da die physikalische Therapie durch Fernhaltung von Schädigungen, durch Verringerung der von Erkältungen erfahrungsgemäß ausgehenden Schädigungen, von einem Absinken der Antikörper gefolgt ist.

Sehr richtig schreibt Wolff-Eisner, daß physikalische Therapie und spezifische Therapie in keiner Weise Gegensätze darstellen, sondern daß die physikalische Therapie eine wichtige und wertvolle Ergänzung der spezifischen darstellt. Die spezifische Therapie ist im wesentlichen, z. B. bei der Tuberkulose, als eine aktive Immunisierung aufzufassen und erfordert als solche zelluläre Leistungen vom Organismus, die dieser nur dann zu leisten vermag, wenn er unter günstigen äußeren Verhältnissen lebt, und diese äußeren Verhältnisse vermag zum Teil die physikalische Therapie zu schaffen, weil sie einen Reiz auf die antikörperproduzierenden Zellen ausübt; die Dosierung dieses Reizes ist eine schwierige und von individuellen Faktoren abhängende.

Unter der Einwirkung der körperfremden Eiweißsubstanzen, wie sie beim Tuberkulösen statthat und in der Tuberkulinempfindlichkeit nach außen sich dokumentiert, besteht zugleich eine größere Empfindlichkeit gegen jedes körperfremde Eiweiß. In den vasomotorischen Zentren findet sich, wie Wolff-Eisner ausführt, der Angriffspunkt für sämtliche Eiweißgifte, und je reizbarer dieses Zentrum ist, desto stärkere Wirkung wird durch die Einverleibung einer körperfremden Eiweißsubstanz ausgelöst. Kommt ein solcher Organismus, den Wolff-Eisner als vasomotorisch bezeichnet, unter die Wirkung eines körperfremden Eiweißstoffes, z. B. ein Tuberkulöser oder eine Gravide, so ist die Reaktionsfähigkeit der Vasomotoren so gesteigert, daß er auf die Einwirkung der zugeführten körperfremden Eiweißsubstanzen stärker reagiert als ein anderer Organismus.

Der im Körper vorhandene Schutz wird dargestellt von den Leukozyten, Phagozyten bzw. von Teilen oder Zerfallsprodukten derselben, den Komplementen. Die Leukozyten arbeiten meist in der Blutbahn, die Komplemente vor allem in den Lymphbahnen. So läßt sich vielleicht die Biersche Stauung als eine Anreicherung mit Komplementen im gestauten Lymphstrom betrachten.

Nun sind aber Phagozyten oder Komplemente für sich allein nicht imstande, das Bakterium direkt zu fressen oder aufzulösen, es muß vielmehr noch ein Zwischenglied eingeschaltet werden.

Dieser Ambozeptor stellt eine Verbindung zwischen Bakterium und Komplement her und so kann das Bakterium aufgelöst werden. Die Entstehung der Ambozeptoren geschieht durch Einverleibung erst kleine-

rer und dann immer größerer Mengen der bestimmten Bakterienart in den Körper. Die Körperzellen bilden dadurch immer mehr Ambozeptoren und der Überschuß derselben bleibt im Körper vorhanden.

Bei anderen Bakteriengruppen treten die Phagozyten in ihre Rechte. Aber auch hier muß der Ambozeptor mithelfen, er muß die Bakterien genießbar, verdaulich machen (Opsonine).

Es ist verständlich, daß die Autoren, welche in dem Tuberkulin ein spezifisches Heilmittel erblicken, durch Erstreben großer Dosen eine möglichst hohe Anreicherung des Blutes mit Antistoffen gegen das Antigen zu erreichen suchen, in dem festen Glauben, damit dem erkrankten Körper Nutzen zu schaffen. Daß der Gehalt an Antituberkulinen im Blute aber durchaus nicht proportionell dem Grade der Heilung ist, wissen wir leider zu genau. Das Gegenteil ist sogar oft der Fall. — Das besagen auch die schweren Rezidive und Ausbreitungen des Prozesses, denen hochtuberkulinisierte Kranke oft erliegen. Schröder berichtete von 25 solchen Fällen vor zwei Jahren und konnte jetzt wieder einige ähnliche Fälle anführen, die er in den verflossenen zwei Jahren beobachtete.

Der Körper wird weiter schnell wieder giftempfindlich. Es scheint sogar, daß brüsk giftfest Gemachte in einen Zustand hochgradiger, dann direkt schädlicher Giftüberempfindlichkeit umschlagen können (die Mitteilungen Tohmers über Tuberkulose und Tuberkulintherapie im Säuglings- und frühen Kindesalter).

Fälle, die lange Zeit tuberkulinunempfindlich bleiben, wie sie Bandelier und Röpke anführen, ohne daß man ihnen immer wieder große Dosen Tuberkulin einführt, sind jedenfalls selten. Entweder sind sie schon lange Zeit anatomisch geheilt oder sie gehören dann zu den wenigen Fällen, die, obwohl noch nicht ausgeheilt, ohne kachektisch zu sein, kaum oder gar nicht tuberkulinempfindlich sind. Nach neuerer Auffassung sind solche Zustände der Giftunempfindlichkeit immer eine Gefahr für die betr. Individuen. Man erblickt darin die anenergischen Perioden von Pirquets, in denen nach diesem Autor die Tuberkelbazillen nach Verschwinden oder Absättigung der Antikörper leichter die reaktiven Zonen der Tuberkel durchwandern können, nicht abgetötet werden und ihre Wirksamkeit an entlegeneren Plätzen entfalten. (Vielleicht eine Erklärung für die oben erwähnten Rezidive.) Alle diese Beobachtungen und Erwägungen haben es nur zur Gewißheit gemacht, daß die künstliche Giftfestigung (Tuberkulinunempfindlichkeit) nicht gleichbedeutend ist mit der Zunahme der natürlichen Widerstandsfähigkeit gegen die Tuberkulose (relative Immunität, die sich in Giftempfindlichkeit äußert). Um diesen Satz noch besser zu fundieren, wurde die Giftempfindlichkeit bei einer Reihe von Kranken, spezifisch mit kleinsten Dosen Antigen Be-

handelter und nicht spezifisch Behandelter, mittels der Kutanimpfung nach v. Pirquet (Austitrierung nach Ellermann-Erlandsen) wiederholt in größeren Zwischenräumen geprüft und gefunden, daß häufig der Besserung des klinischen Befundes eine Steigerung der Giftempfindlichkeit der Haut parallel ging. So fand sich hier also Ähnliches, wie Hamburger und Monti bei Kindern, bei denen die Tuberkulose stets unter Zurücklassung einer Überempfindlichkeit ausheilt. Aus dem Grunde empfiehlt Escherich (Hamburger) bei Kindern auch nur die Anwendung kleinster Dosen Tuberkulin zu therapeutischen Zwecken.

Nach den Untersuchungen Allan K. Krauses scheint weiter experimentell begründet zu sein, daß Giftempfindlichkeit auf Tuberkuloproteïn neben einer relativen Immunität des Tieres gegenüber dem Tuberkelpilz bestehen kann, während dieser Autor allerdings auch fand, daß Sensibilisierung mit Tuberkuloproteïn gesunde Meerschweinchen nicht resistenter gegen Infektion machte.

Soviel steht für jetzt aber fest, daß Giftempfindlichkeit gegenüber den Tuberkulinpräparaten durchaus kein Anzeichen mangelnder Resistenz gegen das Virus ist, sondern im Gegenteil mit beträchtlich mehr Recht als ein Zeichen erhöhter Widerstandskraft angesehen werden muß. So sagt auch Sata, daß man dort, wo Überempfindlichkeit sich entwickelt hat, auf Immunität schließen kann.

In den tuberkulösen Herden spielt sich ein Kampf der Erreger mit den Zellen ab, in dem letztere in der Regel besiegt werden. Die anfangs zur Wucherung angeregten Zellelemente, die chemotaktisch angelockten Leukozyten erliegen, zerfallen, verkäsen, es bildet sich der bekannte käsige Detritus im Tuberkel, — ferner gehen ganze Generationen von Erregern zugrunde, deren Leichen abgebaut werden. — Es ist daher klar, daß der Organismus mit der Erzeugung von Antikörpern nicht nur gegen die Produkte der lebenden Erreger, sondern auch gegen die abgebauten Reste der Bazillenleiber und Zellen antwortet und all diese ihm schädlichen Elemente zu eliminieren sucht. — Daß dieser Kampf bei der Tuberkulose besonders kompliziert ist, ergibt sich von selbst aus der Natur des Erregers und der Mannigfaltigkeit seiner pathologischen Produkte. Nach unserer jetzigen Erkenntnis spielen sich die Abwehrvorgänge am stärksten im noch gesunderen Randgewebe um die tuberkulösen Herde und in den blutbildenden Organen ab, vor allem in den Lymphdrüsen und in der Milz. Reaktive Entzündung, Neubildung von Lymphozyten sind die charakteristischen Merkmale dieses Streites. Es steht nun fest, daß wir imstande sind, durch Einverleibung kleiner Dosen eines spezifischen Tuberkuloseantigens nicht nur die Entzündung um die tuberkulösen Herde zu steigern und hier eine lokale Hyperämie hervorzurufen,

sondern auch eine vermehrte Tätigkeit der lymphatischen Organe anzuregen.

Letzteres nimmt vor allem auch Neumann an. Er bezieht sich auf seine und Bartels Untersuchungen über die Bedeutung der Lymphdrüsen und der Milz im Kampf gegen die Tuberkulose.

Eine deutliche Lymphozytose nach kleinsten Tuberkulingaben fand auch Schulz. — Sahli spricht von „entzündlichen Antikörpern", die lokal im Herde entstehen und durch ihre Beziehungen zum Antigen den reaktiven Reizzustand hervorrufen. Dieser Reizzustand ließe sich dann durch infiziertes Antigen künstlich steigern. — Hierin liegt eine Gefahr des Tuberkulins. Es heißt Maß halten, sonst würden die günstigen proliferativen Prozesse an den fixen Gewebezellen gestört, event. ganz aufgehoben. Die Zellen können der Nekrose anheimfallen. — Wir sind hier den Ausführungen v. Baumgartens gefolgt.

Durch zu häufige und zu große Dosen Tuberkulin kann die Nekrose und der Zerfall tuberkulöser Herde in unerwünschter Weise gesteigert und beschleunigt werden. Solange der Herd noch nicht in den Bronchialbaum durchgebrochen ist, können durch Wegschaffung der erweichten Tuberkelmasse lymphogene und hämatogene Metastasen entstehen. Ist er durchgebrochen, droht die Gefahr der Hämoptoe und Aspiration. Daß zu häufige und zu starke Reizungen auch für die lymphatischen Organe nicht gleichgültig sind, ergibt sich wohl von selbst. Wir sehen das ja auch bei anderen Mitteln, die auf diese Organe wirken, z. B. beim Arsen. — Es muß also unser Streben sein, durch seltenere kleinste Gaben von Tuberkulin nicht nur die immunisatorisch wichtige Überempfindlichkeit zu erhalten, sondern auch entzündliche Hyperämie und Leukozytose in den Grenzen zu halten, daß die bindegewebige Umwandlung der Herde gefördert wird.

Gehen wir nun einen Schritt weiter und suchen wir nach denjenigen Zellkomplexen, die die Strahlen in sich aufnehmen, so sind, wie Lazarus in seinem Vortrag in der medizinischen Gesellschaft 1913 klar auseinandersetzte, vorzugsweise die höheratomigen und die mineralischen Gewebebestandteile der Hauptempfänger, Umformer und Träger der strahlenden Energie; sie fangen die Energie der Primärstrahlung auf und geben sie in Form der Sekundärstrahlung weiter. Der Michrochemismus der Zelle wird gestört, es entstehen andere molekuläre Gruppierungen, Dissoziationen, Synthesen, an welche sich abnorme chemische Reaktionen anschließen können, insbesondere Aktivierung intrazellulärer Fermente (Bickel-Neuberg), sekundäre Oxydationen und Reduktionen, die Bildung von Ozon und Wasserstoffsuperoxyd, sowie Ionisationsvorgänge im Zellinnern.

So erklärt sich die Strahlenempfindlichkeit der Zellkerne und daher auch der kernreichen, normalen und pathologischen Gewebe. Bildet doch der Zellkern infolge seines Reichtums an höheratomigen Elementen, insbesondere an Phosphor, das Zentrum der Sekundärstrahlung und somit auch den Hauptangriffspunkt für die Zellschädigung. Das gleiche gilt von der verschiedenen Radiosensibilität der einzelnen Organe zum Teil durch deren Gehalt an höheratomigen Bestandteilen. Mit aus diesem Grunde sind nukleïn- und lezithinreiche Organe, z. B. Leber, Milz, Lymphdrüsen, Thymus, Geschlechtsdrüsen, alles chemisch stark arbeitende, zum Teil labile Zellen, strahlenempfindlicher als das zellarme und blutarme Bindegewebe. Ein starker Strahlenreiz wird daher erstere bereits zerstören, während er letztere nur erregen wird.

Der Strahleneffekt hängt jedoch nicht nur von der Strahlenabsorption und der Strahlenart, sondern auch von der Zellresistenz selbst ab. Trotz quantitativ ähnlicher Zusammensetzung der Zellsubstanz kann die intramolekulare Bindung der Atome eine festere oder lockere sein, so daß der gleiche Strahlenreiz die erstere unberührt läßt, während er die letztere sprengt.

So erklärt sich die differente Wirkung der Strahlentherapie, welche die kranke Zelle töten, die gesunden Elemente schonen und das Bindegewebe zu reaktiv-entzündlichen Heilvorgängen anregen soll. Und dies ist nur bei richtiger Dosierung möglich. Eine zu schwache Dosierung wird die pathologischen Gewebe noch mehr zum Wuchern anreizen, ja ein geradezu galoppierendes Wachstum provozieren.

Eine zu starke Dosierung wird nebst dem pathologischen auch das normale Gewebe zerstören und die reaktiven Heilvorgänge übermäßig steigern oder völlig unterdrücken. Auf diese Gefahren der Überdosierung hinzuweisen ist gerade deshalb wichtig, als dieselbe eine größere Verbreitung jetzt gewonnen hat. Denn die Maximalbestrahlung kann einen allzu rapiden Zerfall des bestrahlten erkrankten Organs, z. B. einer leukämischen Milz oder von Lymphdrüsentumoren, herbeiführen. Durch Bestrahlungsserien in längeren Intervallen kann man die Resorption der Tumormassen verlangsamen und dadurch gewissermaßen eine kurative Autovakzination nachmachen. Eine zu rasche Resorption der Zerfallsmassen überladet den Stoffwechsel mit toxischen Eiweißprodukten; es treten Temperatursteigerungen, lebhafte Reaktionen, Kollaps, Unruhe, Mattigkeit, Brechreiz, Durchfall, Tenesmus, Leukozytensturz auf; regelmäßige Leukozytenzählungen geben einen annähernden Maßstab, wann man wieder bestrahlen oder pausieren soll. Entspricht doch, wie Lazarus sehr richtig ausführt, die Einschmelzung der Leukozyten nur um 1000 pro Kubikmillimeter, einer Abnahme von etwa 5 Milliarden, also über ein

Siebentel der normalen Gesamtmenge, aller farblosen Blutzellen, was man auch an der Abnahme der Lymphdrüsen und der Milz, sowie histologisch an Pigmenttrümmern in inneren Organen, z. B. den Kupferschen Zellen in der Leber, nachweisen kann.

Wie ist die Wirkung der Strahlen auf das Blut, die Milz und den übrigen lymphatischen Apparat zu erklären? Dazu ist nötig, kurz an die Physiologie zu erinnern. Für völlig aufgeklärt kann zwar überhaupt die Rolle, welche die weißen Blutkörperchen bei Infektionskrankheiten spielen, noch nicht gelten und insbesondere wissen wir noch nichts sicheres über ihre Beziehungen zur Bildung der zahlreichen Immunkörper, wenn es auch feststeht, daß sie bakterizide Substanzen enthalten und Antikörper bereiten. Lange Zeit hindurch hat man sogar bestritten, daß sie bei der direkten Vernichtung der Mikroorganismen durch Phagozytose eine erhebliche Rolle spielen, während bekanntlich schon vor vielen Jahren Metschnikoff hierin ihre Hauptfunktion gesehen hat. Die interessanten Forschungen des Londoner Bakteriologen Wright haben die alte Metschnikoffsche Lehre aber wieder zu Ehren gebracht. Wright konnte durch eine Reihe sinnreicher Experimente zeigen, daß die neutrophilen Leukozyten nicht nur die Fähigkeit haben, Infektionserreger zu fressen, sondern daß sie auch bei jeder Infektion im Laufe derselben die Fähigkeit erlangen, mit besonderer Leichtigkeit die spezifischen Erreger dieser Infektion zu vernichten. Indessen beruht diese ihre Fähigkeit auf der Anwesenheit bestimmter Stoffe des Blutserums, welche Wright Opsonine nennt, und die nicht etwa die Leukozyten zu erhöhter Phagozytose stimulieren, sondern vielmehr die Bakterien in bestimmter Weise präparieren, so daß sie leichter phagozytiert werden können.

Es wäre denkbar, daß die Strahlen unterstützend mitwirken bei der Umstimmung der Bakterien zwecks leichterer Vernichtung. Andererseits liegt der Gedanke nahe, daß die spezifischen Opsonine des Blutserums ähnlich wie durch vorherige Bazillenimmunisierung auch durch Strahlenwirkung vermehrt werden; ebenso wie wir daran denken müssen, daß bei dem Zugrundegehen von Lymphozyten mittels Bestrahlung bakterizide Substanzen frei werden, deren Wirkung ähnlich den Tuberkulinen ist.

Die Veränderungen als Folgen der Bestrahlung, die wir im Tierexperiment an der Milz finden, betreffen in erster Linie und bei nicht letalen Strahlendosen fast ausschließlich das lymphatische Gewebe, d. h. die Milzfollikel. Die Kerne der Lymphozyten zerfallen dort nach der Bestrahlung und verschwinden durch Phagozytose. Dieser Vorgang verläuft in der Hauptsache in den ersten 24 Stunden und ist nach längstens 48 Stunden abgeschlossen. Nach Ablauf dieser Zeit sind die Follikel je nach der Strahlendosis ganz oder teilweise verschwunden, aber der charakteristische

Kernzerfall ist dann nicht mehr sichtbar. Am Pulpagewebe gehen in den ersten Tagen überhaupt keine deutlichen Veränderungen vor sich. Bei größeren Tieren sind die Milzveränderungen mit der Zerstörung des lymphatischen Gewebes und der Follikel so ziemlich erschöpft.

Die Zerstörung des lymphatischen Gewebes ist aber nur eine vorübergehende und das wird, wie Heinecke betont, meistens übersehen. Das zerstörte lymphatische Gewebe regeneriert sich außerordentlich schnell. Schon nach wenigen Tagen sind beim Tiere die Erscheinungen der Regeneration deutlich erkennbar; und nach einigen Wochen, im Mittel etwa nach vier Wochen, ist die Regeneration der Lymphfollikel bereits vollendet. Heinecke macht noch besonders darauf aufmerksam, daß die Regeneration des lymphatischen Gewebes selbst dann stattfindet, wenn die Tiere unter der Wirkung einer tödlichen Strahlendosis stehen, an der sie kurze Zeit später zugrunde gehen.

Am Pulpagewebe speziell sind charakteristische Veränderungen nach Strahlendosen, wie sie hier zur Anwendung kamen, überhaupt kaum zu erwarten, abgesehen von einer stärkeren Pigmentierung. Ob dies Folge eines toxischen Blutzerfalls ist, oder Folge der durch die Röntgenbestrahlung hervorgerufenen Zerstörung von roten Blutkörperchen, das läßt sich natürlich nicht entscheiden. Es sei hier aber an die häufigen gleichmäßigen Befunde in den Ovarien erinnert, als deren Ursache Blutaustritt und Zerfall bezeichnet wird.

Ähnliche Befunde an der Milz fanden sich auch beim Menschen. Desgleichen reagieren Knochenmark und die in ihm entstehenden weißen Blutzellen sicher bei Menschen prinzipiell ganz ebenso auf die Bestrahlung wie beim Tier. Wir sehen das ja aus dem Herabgehen der Leukozytenzahl des zirkulierenden Blutes nach stärkerer Strahleneinwirkung, die beim Menschen schon oft genug festgestellt worden ist.

Alle Mittel, die das Knochenmark reizen und damit die Blutbildung anregen, vermehren nach Lippmann neben der Erythro- und Leukopoese auch den Bestand an Antikörpern. Thorium X steigert die im Absinken begriffene Agglutininbildung sehr erheblich, ohne die Zufuhr neuer Angriffsstoffe. Thorium X, Salvarsan vermögen in der „Reizdosis" Mäuse von einer vielfach tödlichen Pneumokokkeninfektion zu retten. Aber nicht alle Schutzkörper werden vermehrt; einen Einfluß auf Ambozeptorenprodukte haben die Knochenmarkreize nicht, so daß für diese Antikörper eine anderweitige Entstehung in Frage gezogen werden kann.

Aus diesen Versuchen geht etwas recht Wichtiges hervor: „neben den spezifischen Schutzstoffen vermag auch die — aktive wie passive —

Steigerung der unspezifischen Schutzstoffe Infektionen wirksam zu bekämpfen".

Abderhalden ist in seinen letzten Veröffentlichungen auf Grund experimenteller Forschung der Meinung, daß die Abwehrfermente den Organzellen selbst entstammen. Spezielle Versuche sprechen nun dafür, daß den weißen Zellen, und besonders den polynukleären Leukozyten, eine Rolle bei der Entstehung der Abwehrfermente zukommt. Das Ansteigen der Zahl der weißen Zellen nach Organinjektion bei den Normaltieren, wie das Versagen der mit Thorium injizierten Tiere in der Abwehrfermentbildung läßt mit Sicherheit diesen Schluß zu.

Nach parenteraler Zufuhr von Organeiweiß sind die Leukozyten des Blutes diejenigen Zellen, die auf dieses Ereignis in erster Linie reagieren. Zur schnellen Verdauung der blutfremden Stoffe bedürfen sie spezifisch eingestellter Fermente; ihre Zahl wird daher vermehrt, damit sich viele von ihnen nur der Aufgabe widmen können, sich mit den spezifischen Organfermenten zu beladen und diese in die Blutbahn zu bringen, um dort den Zerlegungsprozeß des fremdartigen Eiweißes vorzunehmen. Man kann sich natürlich auch vorstellen, daß die Leukozyten das parenteral eingeführte Eiweiß in sich aufnehmen und nun, um mit diesem fertig zu werden, spezifischer Fermente bedürfen. Sind keine oder keine entsprechenden Leukozyten vorhanden, dann können die spezifischen Organfermente nicht in das Blut übergehen, wie beim Thoriumtiere. Daher ist die parenterale Einführung des Eiweißes für das Thoriumtier viel bedenklicher als für das Normaltier. Fest steht demnach nun mindestens, daß die Leukozyten bei der Abwehrfermentbildung einen wichtigen Faktor darstellen und daß sie für das Erscheinen der spezifischen Fermente im Blute unbedingt notwendig sind und er kommt zu dem Schluß: 1. nach intraperitonealer Einverleibung von vorbehandelten Organen traten beim Kaninchen im Blutserum absolut organspezifische und geschlechtsspezifische proteolytische Fermente auf, wobei die gleichen Organe verschiedener Arten (Kaninchen, Stier, Mensch) gleichmäßig abgebaut wurden (Abderhalden, Hirsch, Fuchs).

2. Beim leukozytenarm gemachten Thorium-X-Kaninchen kam es nicht zur Abwehrfermentbildung gegen eingeführtes Organeiweiß.

Die Leukozytose ist der Ausdruck chemotaktischer Funktionen, hervorgerufen im Knochenmark durch Fernwirkung gelöster Substanzen. Lymphozytose ist der Charakter lokaler Reizung bestimmter Drüsengebiete, z. B. bei der Verdauungsleukozytose, bei Darmerkrankungen ist die Lymphozytenvermehrung durch Erregung der lymphatischen Apparate, desgleichen bei Tuberkulinlymphämie als Reaktion erkrankter Lymphdrüsen aufzufassen, und so entsteht die Lymphozytose, wenn in

mehr oder minder ausgedehntem Lymphdrüsenbezirk eine erhöhte Lymphzirkulation stattfindet und infolge gesteigerter Durchströmung mehr Elemente mechanisch aus den Lymphdrüsen ausgeschwemmt werden. Die Leukozytose ist eine selbständige chemotaktische Reaktion der polynukleären Elemente, die eine lebhaft amöboide Beweglichkeit besitzen — im Gegensatz zu den unbeweglichen Lymphozyten —, die daher bei entzündlichen Vorgängen nicht die Gefäßwände verlassen können. Es finden sich daher in entzündlichem Gewebe eben gerade nur die polynukleären Elemente.

Die körnchenfreien Elemente stammen aus den Lymphdrüsen, Körnchenzellen (Granula) und Riesenzellen aus dem Knochenmark. Die Leukozyten sind also eine Funktion des Knochenmarks und zwar ist dasselbe als Bildungsstätte und Depot aufzufassen. Hier werden die Zellen vom Stadium der neutrophilen, granulierten, mononukleären Zellen bis zum Stadium der „granulierten, neutrophilen, polynukleären" ausgereift und als solche ausgereifte kontraktile Elemente aufbewahrt, als welche sie ins Blut dann übergehen. Dieses fertige Vorhandensein, diese Aufspeicherung ausgereifter Zellen erklärt das schnelle Einsetzen der Leukozyten im Blut, ihr schnelles Auswandern auf jeden Reiz in einer so kurzen Zeit, daß eine Neubildung als Antwort auf den Reiz nicht möglich ist. Das Knochenmark ist also ein Schutzorgan, das auf irgendeinen chemotaktischen Reiz sofort seine Mannschaften zur Bekämpfung abschickt.

Wenn durch Lahmlegung der Knochenmarkfunktion, z. B. durch Tumor oder bei akuter lymphatischer Leukämie, diese Arbeit ausgeschaltet wird, dann findet vikariierend ein Ersatz aus den Lymphdrüsen statt, aber es findet sich im Blute ein auffallend schneller Schwund oder Verringerung der neutrophilen polynukleären Leukozytenelemente, und sie werden ersetzt durch Lymphozytenzellen aus den stellvertretenden Lymphdrüsen.

Betreffend der Granula in den Leukozyten bedeuten diese eine spezielle Zelltätigkeit, sie sind eigentliche Stoffwechsel- oder Sekretionsprodukte der spezifischen Zelltätigkeit und jede Zelle ist Träger nur einer speziellen Granulation. Gerade solche Zellen mit viel Granula, also viel Reservestoffen, wandern aus und haben einen nutritiven Charakter. Die Lymphozyten, die nicht auswandern können, besitzen keine Granulation. Diese Granula werden als Funktion der polynukleären Leukozyten an die Umgebung abgegeben. Die Leukozyten sind Phagozyten gegen schädliche Mikroorganismen, aber nicht so sehr durch direktes Auffressen als durch Produktion chemischer Stoffe (Alexine) zur Paralysierung bakterizider und toxischer Stoffe. Wenn nun in ganz schweren Infektionsfällen, z. B. Tuberkulose, keine Hyperleukozytose stattfindet und gefunden

wird, so ist es ein Zeichen schlechter Prognose, während umgekehrt die Hyperleukozytose ein Zeichen für die Anstrengung des Körpers ist, gegen bakterizide Stoffe anzukämpfen und einen Ausblick auf günstigen Verlauf gestattet. Das gleiche gilt von der artefiziellen Hyperleukozytose; auch sie begünstigt den guten Ablauf einer Infektionskrankheit, wie wir sie durch Reizdosen hervorrufen können.

Einstündige Bestrahlung der Bauchhaut der Versuchstiere genügt, um die Lymphozytenherde im Innern des Abdomens weitgehend zu zerstören. Endlich ergibt sich, daß die Filterung der Strahlen durch 3 mm Blei ihre Wirkung auf die Lymphozyten relativ wenig abschwächt.

Heinicke fährt fort: „Meine genauere Untersuchung der Knochenmarkreaktion ebenso wie beim lymphatischen Gewebe hat ergeben, daß auch die weißen Markzellen schon auf eine viel geringere Strahlendosis ansprechen, als wir bisher angenommen haben. Dafür spricht ja auch der Umstand, daß schon geringe Strahlendosen Blutveränderungen zur Folge haben (Wöhler), die nicht allein durch eine Strahlenwirkung auf die zirkulierenden Blutzellen erklärt werden können, sondern (wie z. B. die polynukleäre Hyperleukozytose) nur durch Vermittlung einer Knochenmarkwirkung zustande kommen können."

Wir können die Blutzellen bisher durch keine Filtertechnik vor den Strahlen schützen, da sie anscheinend gerade von den härtesten, durch Metallfilter passierenden Strahlen, die wir für die Behandlung brauchen, angegriffen werden. Diese Beobachtungen über Schäden lassen zugleich den Weg der Strahlenbeeinflussung des Blutes erkennen, der therapeutisch nutzbar gemacht werden kann.

Das Ergebnis von Blutuntersuchungen nach Einverleibung strahlender Substanz in normalen Dosen ist also in allen Fällen eine Vermehrung sämtlicher Blutzellen, vor allem der Lymphozyten. Eine konstante Vermehrung scheint erst nach längerer, bzw. öfter wiederholter Einwirkung einzutreten.

Auffallend und bemerkenswert ist indes, daß die Urinuntersuchung in allen mit Thorium X behandelten Fällen anfangs Spuren von Eiweiß ergab, in einem Fall rasch vorübergehende Hämoglobinurie. Das Eiweiß war, abgesehen von den beiden besonders erwähnten Fällen, in höchstens zwei Wochen nach Aussetzung des Thorium X vollständig aus dem Urin verschwunden. Gleichzeitig trat bei allen eine erhebliche Besserung ein. Die Patienten fühlten sich vollkommen wohl, das meist gesunkene Gewicht hob sich wieder.

Immerhin ist besonders durch die eingetretene Albuminurie Vorsicht geboten. Diese unangenehmen Nebenerscheinungen lassen sich ganz vermeiden, wenn man mit der Dosierung vorsichtig ist. Daß auch eine direkte

Beeinflussung des Krankheitsherdes vorhanden ist, beweist die vermehrte Sekretion aus Wunden und Fisteln und die Temperatursteigerung.

Man kann allerdings weder von Thorium X noch von den übrigen radioaktiven Substanzen bei diesen chronischen Krankheiten einen sofortigen eklatanten Erfolg erwarten. Sie sind auch nicht imstande, die übrigen therapeutischen Maßnahmen überflüssig zu machen, aber sie können sie doch erfolgreich unterstützen.

So gilt die interne Radiotherapie, besonders Thorium X oder Thoriumemanation, als ein wichtiger Heilfaktor mit in der Tuberkulosebekämpfung. Sie verstärkt einerseits die Wirkung der Solbäder und Lichtstrahlen, andererseits macht sie das tuberkulöse Gewebe gegen Röntgenstrahlen empfindlicher, was demgemäß zugunsten der bedeutend ausgiebigeren Beeinflussung der Röntgenstrahlen spricht. Diese Annahme ist insofern berechtigt, als die Radiotherapie, indem sie die lokalen Entzündungserscheinungen verstärkt, vermehrte Leukozytenauswanderung und Hyperämie des Krankheitsherdes hervorruft. Bekanntlich ist aber hyperämisches Gewebe besonders empfindlich gegen X-Strahlen. Außerdem werden durch den erhöhten Zerfall von Leukozyten Enzyme frei, welche die Einschmelzung des krankhaften Gewebes und die Phagozytose der Erreger fördern.

Die Fähigkeit, anregend auf physiologische Vorgänge einzuwirken und damit die Abwehrvorrichtungen des Organismus gegen schleichende Schädigungen zu verstärken, machen die radioaktiven Substanzen geeignet, auch in der Tuberkulosebehandlung eine beachtenswerte Stellung einzunehmen, und zwar als Vorstufe und Vorbereitung für die nachfolgende Röntgenbehandlung, der sie das Feld der günstigen Einwirkung ebnet.

Das, was wir von der Milz soeben konstatiert haben, gilt also unter geänderten Verhältnissen auch für das ganze Lymphdrüsensystem.

„Das Lymphdrüsensystem ist mit einem gewissen Grad einer natürlichen Widerstandskraft gegen das Virus begabt. Es hat großen Einfluß auf die Hervorbringung der Immunität. Zum Teil wird er bedingt durch Anregung einer allgemeinen Reaktion der Schutzmittel des Organismus (Phagozytose usw.). Zum Teil durch die besonderen biochemischen Eigenschaften der Drüsen selbst.“

Sehr wichtig für die Frage der Bildung von antituberkulösen Schutzstoffen in bestimmten Organen sind die Arbeiten Manfredis und seiner Schüler. Sie gehen aus von dem latenten Mikrobismus im Lymphgangliensystem, der auch in der jüngsten Epoche in der Tuberkuloseforschung wieder eine bedeutsame Rolle spielt und sich vor allem in den Studien über die Infektionswege der Tuberkulose im Organismus wiederspiegelt.

Diese physiologische Einwirkung läßt sich auch auf die Schilddrüse erzielen.

Wir wissen, daß eine geradezu frappierende Übereinstimmung in den Frühsymtomen besteht, die sowohl die Thyreose als die Tuberkulose aufweisen kann. Hier wie dort finden wir Herzstörungen, vasomotorische Erscheinungen, Neigung zu Schweißen, Fiebererscheinungen, Schwindelanfälle, Zittern, leichtes Ermüden, Schlafstörungen, Magendarmerscheinungen und Abmagerung, um nur die hauptsächlichsten zu nennen. Alle diese Erscheinungen wurden bisher zwanglos einer der beiden Krankheiten untergeordnet, je nachdem man suspekte Erscheinungen auf den Lungen oder eine vergrößerte Schilddrüse fand.

Ein weiterer Hinweis auf den ätiologischen Zusammenhang zwischen beiden Krankheiten liegt darin, daß von verschiedenen Seiten das Entstehen eines ausgesprochenen Basedow im Verlaufe einer Tuberkulose gemeldet wird.

Es kommt hinzu, daß das für Basedow charakteristische Blutbild, das zuerst Kocher beschrieben hat, auch bei der Tuberkulose sich findet. Brandenstein berichtet, daß sich bei Kranken des ersten und zweiten Stadiums 38mal eine Lymphozytose gefunden hat. In 20 Fällen stieg die Lymphozytenzahl sogar über 40%.

Der Umstand ist bedeutsam, daß die Basedowsymptome ganz vorwiegend bei den Frühformen auftreten, und im späteren Verlauf der Tuberkulose verschwinden können. Im großen und ganzen ist allen Beobachtern aufgefallen, daß gerade die Formen der Lungentuberkulose, bei denen thyreotoxische Symptome vorkommen, nicht zu den bösartigen und progredierten gehören.

Die Frage, warum die Frauen so viel häufiger von der Kombination. Tuberkulose und Thyreose, betroffen werden als die Männer, findet ihre Antwort in dem Hinweis auf die mannigfachen Korrelationen, die zwischen Genitale und Schilddrüse bestehen und daß die Schilddrüse beim weiblichen Geschlecht sehr lebhaft durch die Funktionen des Geschlechtsapparates in Mitleidenschaft gezogen wird. Zur Zeit der Pubertät, der Menses und der Schwangerschaft vergrößert sie sich. Auch wird neuerdings die Schwangerschaft mit dem richtigen Funktionieren der Schilddrüse in Zusammenhang gebracht.

Daß, wie wir bereits betonten, die begleitende Thyreose sich ganz vorwiegend in den ersten Stadien der Tuberkulose und bei den prognostisch günstig gelegenen Fällen findet, während sie in den späteren Stadien häufig wieder abklingt und bei den von vornherein offenen und progreß verlaufenen Fällen überhaupt selten in die Erscheinung tritt, kann einmal

ihren Grund haben in einer allmählich eintretenden Immunität, während deren die toxischen Symptome wieder verschwinden.

Die viel plausiblere Vorstellung ist aber wohl folgende: Die abgebauten Substanzen der Bazillenleiber, die ja die eigentlichen Träger der Giftwirkung sind, gehen zunächst in die Lymphbahnen über und kommen erst auf Umwegen ins Blut und in die Organe. Solange die Lymphbahnen ein nach außen allseitig geschlossenes System bilden, müssen die giftigen Substanzen diesen Kreislauf zwangläufig einschlagen. Sobald aber der tuberkulöse Prozeß in den Bronchialbaum eingebrochen ist, sind auch die Lymphbahnen nach außen geöffnet, und jetzt kann das ganze im tuberkulösen Herde gebildete giftige Material nach außen abfließen. Je weiter der Zerfall geht, um so mehr Lymphbahnen werden geöffnet, daß selbst bei ausgebreiteten Prozessen die Temperaturen normal sein und Intoxikationssymptome fehlen können.

So gibt die geschlossene Tuberkulose den günstigsten Boden für eine Thyreose ab, und diese Anschauung findet ihre Stütze in der Tatsache, daß gerade bei Patienten thyreotische Erscheinungen am hartnäckigsten bestehen bleiben, die gar keine Lungenerscheinungen hatten, sondern bei denen nach dem Röntgenbefund eine reine Bronchialdrüsentuberkulose vorlag. Daß gerade diese Fälle auch das hartnäckigste und am schwersten zu beeinflussende Fieber darbieten können, ist ja eine alte klinische Erfahrung. Natürlich gibt es Fälle von Tuberkulose — besonders gilt das wieder für reine Bronchialdrüsentuberkulose —, bei denen man typische Intoxikationssymptome findet, ohne daß irgendein weiterer Umstand auf die Mitbeteiligung der Schilddrüse hinweist. Und daß der Tuberkelbazillus an und für sich bei seinem Abbau im Körper giftig wirkt, dafür gibt es genügend klinische und experimentelle Beweise.

Wenn wir uns erinnern, daß es sich in beiden Fällen um den Abbau von Eiweißkörpern handelt, die in gewissen Stufen giftig wirken, so ist schon ein Verständnis für die übereinstimmende Wirkung gewonnen.

In vielen anderen Fällen aber ruft das Tuberkulosegift bei dazu disponierten Individuen eine Veränderung der Schilddrüse hervor, auf deren Boden die Thyreose erwächst. Die Symptome sind hier als wirklich thyreotoxische aufzufassen.

Mit viel Geschick hat Rüdiger in seiner Arbeit über den „Einfluß der Röntgenstrahlen auf den Eiweißumsatz bei Basedow" nachgewiesen, daß — sowie durch Röntgenstrahlen die Assimilationsgrenze für Zucker erhöht wird — auch eine Herabsetzung der krankhaft gesteigerten Gesamtzersetzung in der Stickstoffausscheidung durch Bestrahlung zum Ausdruck kommt. Er schließt sehr richtig, daß diese Herabsetzung der Zersetzung stickstoffhaltigen Materials — da dieses dem Organismus

zugute kommt — gerade so eiweißsparend wirkt, wie es von der direkten Zufuhr von stickstoffreiem Material bekannt ist. Es sinkt jedesmal in direktem Anschluß an die Röntgensitzung die Stickstoffausscheidung. es entsteht die Retention, so wie ein unverkennbarer Einfluß der Röntgenstrahlen sich nach Abschluß der Behandlung im Sinne eines wirklichen Ansatzes von Körpersubstanz äußerte — , ein Zustand, der ganz auffallend übereinstimmt mit den Ergebnissen der Schilddrüsenentfernung bei Basedow. Es wurde hier wie dort eine übermäßige oder veränderte Funktion des Organs eingedämmt und es wurden damit jene Schädlichkeiten ausgeschaltet, die beim M. Basedowii zum Eiweißzerfall führen.

Was die Rolle des Blutbildes anlangt, so dürfte der aufgedeckte Zusammenhang beider Erkrankungen ein bedeutsames Licht auch auf die bisher bei der Tuberkulose erhobenen Blutbefunde werfen.

Brandenstein wirft sogar die Frage auf, ob das Blutbild, das man bisher als charakteristisch für Basedow ansieht, das sich aber bei den meisten Tuberkulösen des I. und II. Stadiums gefunden hat, vielleicht nur der Ausdruck dafür ist, daß der Körper noch mit der tuberkulösen Infektion im Kampfe liegt. Bei den Relationen zwischen Tuberkulose und Thyreose ist endlich die Frage nach der Ursache des Fiebers wichtig und hier stimmen alle Autoren dahin überein, daß es ein reines Basedowfieber nicht gibt, daß also „Basedow" mit Fieber einen Hinweis auf tuberkulöse Erkrankung bedeutet. Diese ganze Überlegung ist nun auch für die Therapie wichtig, denn die Bekämpfung der Tuberkulose hat mit der der Thyreose Hand in Hand zu gehen und auch hier sind es einzig die X-Strahlen, mit denen wir einen direkten Einfluß auf die Schilddrüse wie auf die Bronchialdrüsen herbeizuführen imstande sind.

Diese ausführliche Besprechung der Vorgänge bei der Tuberkulosebekämpfung war nötig, um die Bedingungen zu erörtern, unter denen die X-Strahlen als vollwertiger, ja konkurrenzfähiger Heilfaktor gegenüber den bisher üblichen Maßnahmen gelten können, wie hinsichtlich der Frage, ob die X-Strahlen den Aufgaben, die hier zu erfüllen sind, gewachsen sind.

Ein großer Teil von gleichen, sich bei der Bestrahlung abspielenden Vorgängen wurde an der Hand der Iselinschen Arbeiten schon besprochen. Das dort Gesagte ist noch in einigen Punkten zu ergänzen.

Um es gleich vorweg zu nehmen: „Dieselben Gefahren, all die Nachteile, die bei der Überspannung der Tuberkulindosen geschildert wurden, gelten auch mutatis mutanis bei den X-Strahlendosen auf Milz und Lymphdrüsen. Ein Zuviel kann hier wie dort nur schädigend wirken und zwar aus denselben Gründen." Und es kann daher nicht einfach gesagt werden, man „muß sehr viel harte Strahlen zum Erfolg an-

wenden". Zu schnell hintereinander gegebene Dosen produzieren zuviel Zerfallsstoffe, wodurch in der Zeiteinheit deren Wegschaffen erschwert ist.

So wird erst der oben ausdrücklich gemachte Hinweis recht erklärlich, daß der Erfolg einzig und allein von einem wohlüberlegten und dem einzelnen Fall, wie dem gewollten Effekt genau angepaßten Heilplan, abhängt.

Die Ursache der Gewichtszunahme erblickt Iselin in der Annahme einer Entwicklung von Tuberkulin, das durch die Bestrahlung innerhalb des tuberkulösen Herdes entsteht und das dann begreiflicherweise dieselben Wirkungen ausübe wie ein eingespritztes Tuberkulin selbst. Der tuberkulöse Herd wird somit durch die Bestrahlung entgiftet und es übt die Bestrahlung einen doppelten Einfluß aus: 1. einen örtlichen und 2. einen allgemeinen. „Die Leistung der Röntgenstrahlen bei der Belichtung der chirurgischen Tuberkulose besteht darin, daß sie dem Körper die schwierige Aufgabe abnimmt, den tuberkulösen Herd zu entgiften. Hierin liegt auch das Wesen der günstigen Einwirkung der Herdbestrahlung auf den ganzen Körper", also mithin ein Zusammenwirken von örtlichen und allgemeinen Einflüssen, ähnlich wie bei der örtlichen Besonnung. Den Unterschied zwischen Besonnung und Bestrahlung erblickt Iselin nur darin, daß das Röntgenlicht keine solche Steigerung der vitalen Vorgänge der Haut und des Bluts erzeugen kann wie die Besonnung, dafür aber andererseits wieder in tiefere Herde eindringe, die der Besonnung unzugänglich sind. Iselins Ansicht kulminiert also darin, daß die Röntgentherapie ein Freiwerden von Tuberkulin aus dem bestrahlten Herde bewirkt und dann eine Entgiftung des Herdes durch Wirkung auf die Toxine verursache. Nach dieser Iselinschen Ansicht — und alle Beobachtungen sprechen einwandfrei dafür — liegt die Annahme sehr nahe, die Heilwirkung der Bestrahlung durch Tuberkulininjektionen zu unterstützen. Tatsächlich ist dieser Gedanke in der Literatur auch schon ausgesprochen, so von Wilms, Menne und mir (Fortschr. d. Röntg. 22).

Noch eine zweite Beobachtung Iselins führt neben der eben besprochenen Gewichtszunahme zu dem zwingenden Schluß, daß ein Tuberkulinherd durch Bestrahlung gebildet wird. Für den Abbau nicht verkäster Drüsen genügen die Kräfte Autolyse und Hyperämie, aber nicht für die Resorption von käsigen Drüsen. Diese erstaunliche Leistung, die toten käsigen Massen aufzusaugen, ein Vorgang der allerdings nach Blos und Virchow schon als natürliche Heilvorrichtung angesehen worden ist, hat Iselin mit Sicherheit, die er durch Autopsie in vivo gewinnen konnte, mehrmals beobachtet. Von anderen Autoren wird die Resorption der käsigen Drüsen bezweifelt. In einer Arbeit über die konservative Be-

handlung der Drüsentuberkulose hat Iselin zur Erklärung dieser Leistung Tuberkulinbildung im Herd zu Hilfe genommen.

Das Zurückbilden der käsigen Drüse ist nicht leicht zu erklären, es kann sich bei diesem Vorgang nicht nur um Nekrobiose handeln, wie Wetter und andere meinen, da die Käsemassen bereits aus toten Zellen bestehen und diese toten Massen trotz Nekrobiose ohne Bestrahlung jahrelang liegen bleiben. Auch die anderen Vorgänge, Autolyse und Vernarbung, genügen nicht. Vielleicht bewirkt die Schädigung der wuchernden Elemente, die mit der Abkapselung des Käseherdes oder der ganz verkästen Drüsen beschäftigt sind, einen kräftigeren Fremdkörperreiz, der wiederum kräftiger beantwortet wird, mit stärkerer Neubildung, mit starker Wucherung und Einwanderung von Leukozyten. Der Zerfall dieser Zellen durch neue Bestrahlung kann durch Freimachen von Enzymen die toten Massen lösen helfen. Ferner wäre auch denkbar, daß zuerst Drüsengewebe mit jungen Tuberkeln durch die Strahlen zerstört werden und daß freiwerdende Endotoxine, tuberkulinartige Stoffe, eine Herdreaktion hervorrufen, welche nach Belichtung den Abtransport und die Resorption der bereits toten käsigen Massen besorgt. Dies sind allerdings nur Vermutungen, notdürftige Erklärungen der Beobachtungen.

Tuberkulininjektion 1 : 10000 beschleunigt, wie Iselin wiederholt beobachtet hat, den Abbau von tuberkulösen Drüsen wahrscheinlich durch die energische Herdreaktion und die vermehrte Fermentbildung beim Untergang von eingewanderten Zellen. Aber auch ohne diese Unterstützung hat er den gleichen Prozeß sich abspielen sehen. der so den obigen Schluß rechtfertigt, daß durch die Strahlung die Reaktionsfähigkeit für Tuberkulin gesteigert worden ist und daß ihre Änderung auch einer Änderung der Schutzvorrichtungen entsprechen dürfte.

Die Unschädlichkeit der Resorption des tuberkulösen Krankheitsherdes in so beschleunigtem Tempo, wie wir es unter der Röntgenbehandlung sehen, ließ sich auch weiter dadurch beweisen, daß entgegen des sonstigen gewohnten Verlustes gerade während dieser Zeit keine Gewichtsabnahme, wie man eigentlich schließen müßte, sondern mit absoluter Regelmäßigkeit ein Anstieg des Körpergewichts beobachtet wird. Diese Gewichtszunahme beweist — wie wir aber bereits sagten —, daß die vermehrte Aufsaugung aus dem bestrahlten tuberkulösen Herd und selbst die Resorption eines ganzen Herdes dem Körper nicht nur nicht schadet. sondern ihm nützlich ist, ferner daß die Herdbestrahlung bei Tuberkulose durch Entgiftung einen günstigen Einfluß auf das Allgemeinbefinden und vielleicht auch auf den Kräftehaushalt des Körpers hat.

Die Übereinstimmung dieser Wahrnehmung der Gewichtszunahme durch bloße Bestrahlung mit der gleichen Gewichtszunahme bei Tuber-

kulineinspritzung, wie sie von Saathoff beobachtet und beschrieben worden ist, spricht dafür, daß beiden gleichartigen Erscheinungen eine gleiche Ursache zugrunde liegt, und kann als letztes Glied der Beweiskette gelten, daß durch die Bestrahlung allein Tuberkulin im Körper frei wird. Daß aber in der Bewertung dieser beiden Methoden der Röntgenbestrahlung eine bedeutendere Rolle zusteht, läßt sich einmal daraus schließen, daß Saathoff nur in ausgewählten gutartigen Fällen diese Gewichtszunahme bei seinen Einspritzungen beobachtet hat, während bei Iselin es in allen Fällen eintraf, und daß weiter nicht wie bei Saathoff nur in der Anfangsreaktion diese Gewichtszunahme auftrat, sondern daß auf jede weitere Bestrahlung der Körper mit neuer Gewichtsreaktion antwortete. Die hier feststehenden Prozentsätze von 76% aller bestrahlten Drüsentuberkulosen und 60% der Knochen- und Gelenktuberkulosen mit Gewichtszunahme spricht eine deutliche Sprache.

Patersons Verfahren, sterile menschliche käsige Drüsenmassen tuberkulösen Menschen einzuspritzen, um diese Patienten durch Impfung mit Heilstoff zu heilen, schafft, wie es scheint, ähnliche Bedingungen wie die Resorption käsiger oder teilweiser verkäster Drüsen unter Röntgenlichteinwirkung.

Wenn eine zum Teil verkäste oder vereiterte Drüse unter Röntgenbelichtung verschwindet, werden dem Körper nicht nur die bakterienfeindlichen Stoffe, sondern unter dem Einfluß der zerfallenen Zellen, vielleicht durch die Fermente werden die Tuberkelbazillen abgeschwächt, verdaulich gemacht und schließlich wirklich abgetötet. Beim Zugrundegehen der Bazillenleiber müssen Endotoxine, Tuberkuline frei werden und diese können, wie schon oben ausgeführt, wieder auf den Körper zurückwirken. Durch die Reaktion im tuberkulösen Herd, die die Röntgenstrahlen hervorrufen, durch den Zerfall der Abszeßwand nach einigen Bestrahlungen gelangen diese von Paterson verwendeten immunisierenden Stoffe direkt in den Körper, ohne den Umweg der Einspritzung machen zu müssen. Diese Drüsenbehandlung könnte also vielleicht dem Körper die von ihm selbst bereitete immunisierende Vakzine zugute kommen lassen.

Culloch hat nach Bestrahlung einer Drüsenkranken den opsonischen Index beobachtet, kurz nach der Bestrahlung steigen und während nach fast zwei Monaten weiteren Bestrahlungen die normale Höhe beibehalten sehen.

Da in dem tuberkulösen Herde lebende Tuberkelbazillen sich finden, machen wir, so schreibt Iselin, nicht nur eine Vakzination im Sinne Patersons, sondern eine richtige Impfung, dadurch, daß wir im Körper bereits vorhandene menschliche tuberkulöse Entzündung abortiv und

unschädlich verlaufen machen. Ob neben der Heilung, die man sich bei der Röntgenbehandlung keineswegs märchenhaft schnell, sondern nur rascher als den natürlichen Heilungsvorgang denken darf, wie Iselin sehr richtig hervorhebt, auch noch eine Immunisierung sich ausbildet, kann erst eine jahrelange Behandlung der bestrahlten Patienten zeigen, ist aber denkbar.

Daß das Körpergewicht nach der Bestrahlung des tuberkulösen Herdes vermehrt wird, kann man sich aber auch einfacher dadurch erklären, daß die Strahlen die Ausscheidung der Toxine vermindern, indem sie die Tuberkelbazillen mittelbar beim Zellverfall schädigen und schwächen, vielleicht sogar auch abtöten.

Endlich ist noch die Frage zu erwägen, ob nicht die Toxine selbst im tuberkulösen Herd durch Lockerung und Änderung ihres chemischen Verbandes unschädlich gemacht werden könnten. Einen solchen Abbau durch Röntgenstrahlen hat Block für Nukleïne bereits nachgewiesen.

Die Vermutung Saathoffs, daß die Gewichtseinbuße bei Tuberkulösen neben dem ungünstigen Stoffwechsel in der Hauptsache durch Wasserverlust bedingt wird, und die er auf die Nachtschweiße, auf die Trockenheit der Gewebe, den hohen Blutkörperchengehalt des Blutes infolge Eindickung bei Tuberkulösen zurückführt, bringt es nahe, darin eine Wasserverweigerung des tuberkulösen Körpers zu sehen, der ebenso wie die außergewöhnliche Veranlagung der Zirkulation in der Nähe des tuberkulösen Herdes den gleichen Zweck hat, die Aufnahmen schädlicher Stoffe möglichst einzuschränken, wie Iselin ausführt. Wenn wir jetzt das Gift im Körper entfernen, entfernen wir gleichzeitig die Ursache der lokalen Zirkulationsstörung und den Grund der Herabsetzung des Wassergehaltes des Körpers. Parallel mit der Gewichtszunahme, also der vermehrten Wasseraufnahme verläuft am Orte der Erkrankung eine Volumenverminderung, die nicht auf Schädigung und Schwund des tuberkulösen Granulationsgewebes allein zurückzuführen ist, sondern die Folge einer gesteigerten Blutzirkulation sein muß, die wiederum vermutlich ihre Ursache in der Verminderung der Gifte im tuberkulösen Herd hat.

Aus der weiteren fortlaufenden ständigen Gewichtszunahme wie aus dem immer weiter fortgehenden Heilungsprozeß unter der Bestrahlung ist man berechtigt nicht nur ein Symptom einer vorübergehenden Wirkung, sondern den Ausdruck der Heilkraft der Röntgenstrahlen zu erblicken.

Setzt die Belichtung jeweils nur vorübergehend den Giftgehalt des Herdes etwas herab, so öffnet der Körper seine Barriere, die ihn vor Giftüberschwemmung schützt, d. h. der Säftekreislauf stellt sich mit seiner aufsaugenden Funktion wieder her. Schafft der Herd wieder neue Gifte, so werden von selbst die Schutzeinrichtungen gegen die Giftzufuhr

arbeiten, nur dürfen sie nicht etwa durch die Bestrahlung Schaden gelitten haben.

Zwei wichtige Punkte muß man hier strikte trennen: dem tuberkulösen Gewebe fehlt zwar die Fähigkeit erhöhter Absorptionsfähigkeit, aber es besitzt die Eigenschaft gesteigerter Radiosensibilität. Als Folge davon ist der Zerfall der Lymphozyten nach verhältnismäßig geringen Röntgendosen aufzufassen.

Aus gleichem Grunde erfolgt rasch unter Einfluß der Bestrahlung die Zertrümmerung und Vernichtung des aus epitheloiden Bindegewebszellen und Lymphozyten bestehenden Tuberkels. Das tuberkulöse Granulationsgewebe, dessen Radiosensibilität der des wachsenden jugendlichen Bindegewebes vergleichbar ist, wird unter der Bestrahlung in narbiges Bindegewebe umgewandelt. Freund spricht vom massenhaften Auftreten von Fibroblasten, die von allen Seiten in das Knötchen hineinwachsen und dasselbe zum Schrumpfen bringen. Das stellt die lokale Einwirkung dar. Sie wirkt durch die hier angewandten mittelstarken bis kräftigen Dosen vernichtend auf das tuberkulöse Gewebe, auf die nicht radiosensible Nachbarschaft anregend zur Bindegewebsbildung

Auf der anderen Seite muß die „allgemeine Strahlenbeeinflussung" ihr Augenmerk auf die Erzielung einer Lymphozytose richten. Denn gerade diesen Zellen muß eine wichtige Bedeutung in der Tuberkulosebekämpfung zugeschrieben werden. Hierzu ist eine Anwendung nur von Reizdosen auf Milz, lymphatische Apparate usw. am Platze.

Wie verläuft nun die immunisierende Wirkung der X-Strahlen?

Die Antwort auf diese Frage finden wir bei Wilms, Iselin, Heinecke, Kienböck.

Vor allem aber in der sehr eingehenden Abhandlung von Strauß.

Wenn die antiparasitäre Wirkung der Röntgenstrahlen keine Rolle spielt, was ist dann eigentlich das spezifisch Beeinflussende? Viele der örtlichen Wirkungen, deren Deutung uns heute von der Karzinombestrahlung her geläufig sind, kommen gar nicht in Frage, denn das tuberkulöse Gewebe bietet absolut nicht die bevorzugten physikalischen Bedingungen, die für eine Absorption in Betracht kommen könnten. Wir wissen, daß die Strahlenwirkung an Absorption und Radiosensibilität geknüpft ist. Von einer erhöhten Absorption kann beim tuberkulösen Gewebe nur in sehr geringem Maße gesprochen werden. Wir wissen aus der Röntgenographie her, daß sehr oft das Röntgenbild bei bestehender Tuberkulose gar keinen Anhaltspunkt gibt, weil eben die Absorption der Strahlen durch den betroffenen tuberkulösen Herd nur eine geringe ist. Auch fehlen dem tuberkulösen Gewebe die Vorbedingungen des erhöhten Atomgewichts, wie sie Löwenthal für das Karzinom nachgewiesen hat, so daß also zur

Erklärung einer Bestrahlungswirkung nur eine gesteigerte Radiosenbilität übrig bleibt. Diese Empfindlichkeit wurde von Heinecke und Schede betont. Maßgebend für ihre Annahme ist die Beobachtung, daß die Lymphozyten schon nach verhältnismäßig geringen Röntgendosen zerfallen. Da nun der Tuberkel aus epitheloiden Bindegewebszellen und Lymphozyten besteht, so war man zur Annahme berechtigt, daß unter dem Einflusse der Bestrahlung rasch ein Zerfall — eben infolge erhöhter Radiosensibilität — entstände. Die Ansicht, daß das tuberkulöse Granulationsgewebe gegen Röntgenlicht ebenso empfindlich sei wie alles wachsende jugendliche Bindegwebe, vertritt Iselin, der die Bestrahlungswirkung als eine Umwandlung des Granulationsgewebes in narbiges Bindegewebe erklärt. Leopold Freund spricht von einem massenhaften Auftreten von Fibroblasten, „von allen Seiten wuchert Bindegewebe in das Knötchen hinein, auf diese Weise kommt es zu einer Vernarbung und Schrumpfung".

Auch Küpferle kommt auf Grund seiner experimentellen Studien zu dem Schluß, daß es unter der Wirkung geeignet dosierter harter Strahlung im wesentlichen zu einer Zerstörung des tuberkulösen Proliferationsgewebes kommt, an dessen Stelle dann durch den gesetzten Reiz eine Bindegewebsentwicklung tritt. Bei der sich entwickelnden Tuberkulose wird durch früh einsetzende Heilungstendenz die Ausbreitung verhindert. bei der entwickelten Tuberkulose mit Zerfallserscheinungen und reichlichem Proliferationsgewebe an der Peripherie sehen wir eine Zerstörung dieser proliferierenden Zonen. An deren Stelle tritt reichlich Bindegewebe, das die Nekrosen umwächst, abschnürt und den tuberkulösen Prozeß gegenüber dem gesunden Gewebe scharf abgrenzt. Den histologischen Nachweis, daß tatsächlich fungöses Gewebe durch Bestrahlung in Bindegewebe umgewandelt werden kann, in welchem von Epitheloidzellentuberkeln mit Riesenzellen nichts mehr zu sehen ist, erbrachte Schmerz, während Baisch betont, daß die Riesenzellen erhalten bleiben.

Kienböck glaubt nicht an den indirekten Weg der Beeinflussung des zirkulierenden Blutes und des Nervensystems, sondern an die direkte Wirkung des Lichtes auf die bestrahlten Geschwülste, auf das lymphoide und Granulationsgewebe, nicht auf die Blutgefäße in denselben. Es kommt zu einer Hemmung der Zelltätigkeit, speziell des Stoffwechsels und der Proliferation, zu Kernzerfall, Untergang der Zellen. Die oben beschriebene günstige Wirkung der Thoraxbestrahlung auf Atmung, Husten usw. ist indirekt durch Verkleinerung der Geschwülste, Entlastung der Organe, desgleichen die Besserung des Allgemeinbefindens und das Herabgehen des Fiebers durch eine „Entgiftung" des Organismus zu erklären, da die durch Bestrahlung zum Schwinden gebrachten Lymphome als Bildungs-

stätte fiebererzeugender Stoffe zu betrachten sind. Auf die Erkrankungsursache ist die Einwirkung so zu denken, daß durch ausgiebige Verkleinerung und Sklerosierung der Tumoren den Tuberkelbazillen der Nährboden genommen wird, so daß also auf maximale Verkleinerung der Geschwülste der Hauptwert gelegt werden muß. Aber diese neue Therapie erspart nicht nur den Patienten häßliche Narben, blutigen Eingriff, sondern sie verhütet vielmehr oft durch Unterdrückung der latenten Keime in der Umgebung Rezidive und Operationen. Endlich wirkt die Röntgenbehandlung ohne Berufsstörung viel energischer als etwa die Allgemeinbehandlung mit Tuberkulin.

Desgleichen wird die günstige Beeinflussung der Knochentuberkulose allgemein so zu erklären sein, daß eine Schädigung der epitheloiden Elemente erfolgt und im Sinne der natürlichen Heilung das Granulationsgewebe in narbiges Bindegewebe umgewandelt wird. Das tuberkulöse Gewebe ist gegen Röntgenstrahlen viel empfindlicher als die normale Haut, so daß röntgenbestrahlte Tuberkulose heilen kann ohne Schädigung der von den Strahlen penetrierten Haut. Die Fähigkeit der Knochenneubildung wird jedenfalls durch die Röntgenbestrahlung nicht alteriert, worauf ich in einer Arbeit zurückkomme, und begünstigt so ein Ausheilen.

Die Erfolge bei Bauchfelltuberkulosen, die günstigen Resultate bei Knochentuberkulosen, die Beobachtung der Körpergewichtszunahme, der Hebung des Allgemeinbefindens bei den Bestrahlungen, die günstige Beeinflussung der schweren Kehlkopftuberkulose, veranlaßten mich, trotz der in der Literatur, wie bereits oben betont, bisher spärlich angegebenen und dann völlig negativen Resultate, erneute Versuche bei Lungentuberkulose zu machen, obwohl Gaston und bis in die neueste Zeit hinein Jessen in Davos über spärliche und unsichere Resultate berichteten und auch die experimentellen Versuche von Lortet und Genoud über Abschwächung künstliche Tuberkulose durch Röntgenstrahlen, sowie die von Bergonié und Tessier an intraperitoneal infizierten Meerschweinchen keine nennenswerten Aussichten für Lungenbestrahlung boten.

Die Tatsache allein, daß zurzeit die Tuberkelbazillen in vitro strahlenfest zu sein scheinen — neueren Versuchen zufolge gelingt die Abtötung auch von Tuberkelbazillen nach Rieder und Bonet — konnte keinen Hinderungsgrund für solche Versuche abgeben, denn die Bazillen befinden sich im Körper ja unter ganz veränderten Bedingungen, ganz abgesehen davon, daß die günstige Beeinflussung durch Bindegewebsabkapselung, Narben-, Bindegewebsbildung, wie wir oben hörten, bei den Heilungsvorgängen der Knochen- usw. Tuberkulose beobachtet sind. Bedenkt

man andererseits einmal die ganz erheblichen Dosen, die **Wilms**, **Iselin** u. a. (er bestrahlte eine Stunde) zwecks Heilung der Knochentuberkulose auf ganz eng beschränkte Bezirke anwandten, durch die sie ihre Erfolge erzielten, und demgegenüber die geringen Dosen, die in den nur spärlich vorliegenden Fällen von Lungentuberkulose mit negativem Resultat angewandt wurden, so dürfte auch der Schluß gestattet sein, daß die bisherigen Mißerfolge auf ungenügende Dosen, und wie wir bald sehen werden, auf mangelhafte Technik zurückzuführen sind. Ich modifizierte also, um auch hier erheblich größere Dosen hineinschicken zu können (ohne Gefahr der Verbrennung der recht empfindlichen Brust- und Rückenhaut), die von mir für die gynäkologische Behandlung mittels Bauchplatte eingeführte Feldernahbestrahlung dementsprechend, indem ich mir eine der Brust- oder Rückenform angepaßte Aluminiumplatte anfertigen ließ, die 12—16 voneinander durch 2 cm breite Bleiplatten getrennte Felder trug. Neuerdings benutze ich dazu einen speziellen Lungenbestrahlungsstuhl.

Wenn wir die verschiedenen Maßnahmen, die Tuberkulose zu bekämpfen, betrachten, so arbeiten alle in der einen Richtung, die vorhandenen Herde zu isolieren, zu erdrücken, mit Bindegewebe zu umgeben, das tuberkulöse Granulationsgewebe in derbes Bindegewebe zu verwandeln, tuberkulösen Auswurf zum Schwinden zu bringen.

Ich denke an die Wirkung des Pneumothorax, der Lufteinblasung in den Brustraum, um die Lunge zum Zusammenklappen zu bringen, um einem vorhandenen Herd Zeit zu geben, sich zu vernarben. Das gleiche Ziel will die neuerdings enthusiastisch begrüßte Sonnenbestrahlung erreichen: nämlich, um die Herde herum Bindegewebswucherung zu erzielen.

Wenn ich einmal die Tuberkulose in drei Abteilungen teile, so haben wir auf der einen Seite die skrofulös-tuberkulöse Drüsenerkrankung, z. B. der Kinder, auf der anderen Seite die offene Tuberkulose, der Bazillenspucker — in der Mitte die Fälle mit Drüsenherden, Kavernen usw. Die Versuche, die ich nun anstellte und die ich mir zu berichten erlaube, erstreckten sich in zwei Richtungen. Einmal konnte ich an **acht** Fällen die günstige Beeinflussung der um die Lungenmitte herumliegenden tuberkulösen Drüsen mit Röntgenbestrahlung beobachten und im Röntgenbild fixieren. Daß Drüsen, die oberflächlich, d. h. unter der Haut gelegen, auf Röntgenstrahlen günstig reagieren, ist bekannt, und ebenso wissen wir ganz allgemein, daß eine Verkleinerung tuberkulöser Drüsen, eine Sklerosierung des Drüsengewebes erfolgt, daß unter Röntgenstrahleneinfluß — durch Bindegewebswucherung die Herde zerdrückt und unschädlich gemacht werden. Der gleiche Vorgang spielt sich auch bei diesen tiefer gelegenen Drüsen ab.

Nur über einige weitere Fälle will ich kurz berichten:

Der eine betrifft eine Frau H. Babelsberg, diese leidet an schweren asthmatischen Anfällen, starker Bronchitis, linker Apextuberkulose, Dampfung, Giemen und sehr zähen Auswurf. Tuberkelbazillen in mäßigen Mengen nachgewiesen. Patientin bekam in vier Sitzungen der von mir zwecks dieser Brustbestrahlung modifizierten Feldereinteilung auf neun Felder 28 E. D. (Röhre H 7,5 W). Der Erfolg war ein überraschend günstiger. Die zähe Schleimsekretion verflüssigte sich, um bald ganz aufzuhören. Die Anfälle sistierten allmählich ganz. Patientin nahm innerhalb weniger Wochen zwölf Pfund zu und ist jetzt fast $1^1/_2$ Jahr nicht in Behandlung ohne Rückfall. Die zeitweilige Sputumuntersuchung nach leichten Joddosen ergab bislang niemals Tuberkelbazillen.

Der andere Fall ist um so wichtiger, als es ein Arzt selbst ist, der nach erfolglosen Tuberkulininjektionen mir zur Röntgenbehandlung überwiesen worden, sein Bericht hat besonderes Interesse, als er naturgemäß besonders kritisch und skeptisch der Sache gegenüberstand.

Bei ihm bestand ein rechtsseitiger großer Herd mit Kaverne neben ausgedehnten Hilusdrüsenschwellungen, während links kleinere zerstreute Herde neben Spitzenaffektionen und Drüsenschwellung bestanden. Tuberkelbazillenbefund +, elastische Fasern +, Eiterkokken.

Bereits nach einigen Wochen glaubte er mit Entschiedenheit im Allgemeinbefinden eine Wendung zum Besseren annehmen zu dürfen. Der Husten hat merklich nachgelassen, selbst morgens ist er bedeutend geringer als früher. Im Laufe des Tages hustete er höchstens zwei- oder dreimal und auch nur entweder nach dem Liegen oder nach stärkerem Anreiz, wie Sprechen, Lachen. Vom Sputum ist dasselbe zu sagen, wenngleich es nach seiner Beschaffenheit ebenso geblieben ist. Gelblich klumpig. Eine Untersuchung nach Tuberkelbazillen war positiv, Temperatur auf die Norm gesunken, Appetit stark. In der letzten Woche hatte er ein Pfund zugenommen.

Das eigentümliche Schwergefühl, das innere Ziehen und Rasseln, das sich besonders steigerte bei schlechter regnerischer Witterung, sowie nach jeder Anstrengung, wie dauerndes Gehen, Sprechen usw., das alles ist jetzt schon beinahe völlig geschwunden.

Das Resultat der sechsmonatlichen Behandlung war insofern ein äußerst günstiges, als es in dieser Zeit gelang, die linke Lunge völlig zum Ausheilen zu bringen. Das vergleichende Röntgenbild zeigte deutlich Abnahme der Drüsenschwellung sowie der tuberkulösen Herde links. Der deutlichste Beweis dafür, daß die endgültige Ausheilung der linken Seite zustandegekommen ist, ist die jetzt vorgenommene rechtsseitige Pneumothoraxoperation, die von autoritativer Seite kürzlich nach genauester Prüfung der linken ausgeheilten Seite mit bestem Erfolg vor-

genommen wurde. Der Patient konnte also nicht nur mit der linken Lunge atmen, sondern diese vertrug auch noch die ihr auferlegte Mehrbelastung.

Besserungen, wenn auch nicht direkte Ausheilungen, wie wir eben gehört haben, ließen sich in den beiden folgenden Fällen beobachten.

Frl. S., 26 Jahre alt, linke Spitze Dämpfung, links unten handbreite Dämpfung mit Schallverkürzung, linke Spitze Bronchialatmen, zahlreiches feines Rasseln, links unten reichliches zum Teil klingendes Rasseln. rechte Spitze bronchovesikuläres Atmen, leichte Verschärfung, keine Geräusche, viel Auswurf mit Bazillenbefund +, ergab nach viermonatlicher Behandlung neben subjektivem Wohlbefinden Gewichtszunahme von fünf Pfund, sechs spärlichen Auswurf, aber immer noch Bazillen.

Dagegen ist der Schall links unten aufgehellt. Die Geräusche sind links oben ganz geschwunden, links unten spärlich. Husten sehr gering. Der Befund zeigt nach einem halben Jahre keine Verschlechterung.

Frau F., 26 Jahre alt, links von oben Dämpfung bis zur zweiten Rippe. Bronchialatmen, zahlreiches mittleres zum Teil gimmendes Rasseln bis zur vierten Rippe. Hinten der gleiche Befund bis zur Mitte der Skapula. Rechte Spitze zahlreiches feines Rasseln, Husten und Auswurf sehr stark und quälend, Bazillen +.

Nach dreimonatlicher Behandlung rechts unverändert, links ganz erhebliche Besserung. Gimmen und klingendes Rasseln überhaupt geschwunden, nur links hinten vereinzeltes feines Rasseln. Eine ganz eminente Besserung erfuhr der nur noch morgens bestehende Husten und Auswurf. Patientin hat sieben Pfund zugenommen. Bazillenbefund weiter +.

Im Gegensatz dazu ein eklatanter Fall, Frl. B., 18 Jahre alt, vor einem Jahr in der Heilstätte wegen geschlossener Tuberkulose im zweiten Stadium. Rechts bis oberhalb der dritten Rippe Vesikobronchialatmen. feines, feuchtes Rasseln, Dämpfung. Linke Spitze rauhes Atmen, vereinzelte, feine, trockene Rasselgeräusche. Nach sechsmonatlicher Röntgenbehandlung lautete der Befund vom städtischen Fürsorgeamt: bis auf einzelne trockene Geräusche rechts hinten kein Befund. Patientin hat 18 Pfund zugenommen, sieht blühend aus, dementsprechend subjektives Wohlbefinden. Der trockene quälende Husten ist völlig geschwunden.

Als Parallele möchte ich einen Fall von Lazarus hier anfügen, der bei einer Tuberkulose im dritten Stadium mit Exsudat bis zur Spina scapula und doppelseitiger Oberlappenerkrankung — Fieberabfall, Rückgang des Katarrhes und des Sekretes, Sistieren der Dyspnoe, Resorption des Exsudates, Verschwinden der Tuberkelbazillen, bei einer Gewichtszunahme von sieben Pfund nach mehrmonatlicher Radiumbestrahlung konstatieren konnte.

Dazu ist zu erwähnen, daß M. P. Becquerel in einer Arbeit über „den Einfluß der Uranium- und Thoriumsalze auf die Entwicklung des Tuberkelbazillus" (Semaine medicial 1913, Nr. 4) zu folgendem Schluß gekommen ist:

Nachdem bereits der überaus auffallende Einfluß der radioaktiven Thorium- und Uraniumsalze auf das Keimen der Pflanzen und die spätere Entwicklung bekannt ist, hat Becquerel sich die Frage vorgelegt, ob diese nämlichen Substanzen nicht eine gleichartige Wirkung auf die Vermehrung der Tuberkelbazillen ausüben könnten, und wenn das zutreffend wäre, ob sich nicht daraus für die Chemotherapie eine interessante Indikation ergeben würde.

Seine ersten Versuche wurden in vitro mit Reinkulturen angestellt, und zwar auf Nährböden, auf denen der Bazillus mit großer Schnelligkeit wächst und sich vermehrt und denen Uran- bzw. Thoriumsalze zugesetzt waren. Wenn man die Stärke der Trübung, die sich an der Oberfläche der Flüssigkeit ausbreitet als Maß für die Entwicklung des Bazillus nimmt, so sieht man sogleich, daß das Uransalz viel giftiger wirkt als das Thorium: 0,0004 dzg salpetersaures Uran in einem Kubikmeter Bouillon verzögert das Wachstum der Mikrobe derart, daß es fast gleich Null ist, während die gleiche Dosis salpetersaures Thorium das Wachstum der Mikroben im Gegenteil beschleunigt. Für jedes Salz gibt es eine optimale Dosis, die die Entwicklung des Bazillus begünstigt und die für das Thorium viel größer ist als für das Uranium.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Kulturen stellte Becquerel fest, daß in der Flüssigkeit, in der die radioaktiven Substanzen die Vermehrung der Bazillen aufgehalten oder verzögert haben, eine große Zahl von Bazillen Degenerationsformen annehmen, während viele andere sich einkapseln oder auch Sporen bilden.

Was die Bazillenkulturen anlangt, in denen das Wachstum der Bazillen angeregt wurde, so entsprach hier ihre Struktur genau derjenigen, die in den Kontrollkulturen beobachtet wurde.

Andererseits hat Krukenberg-Elberfeld (Mün. med. Woch. 1913, Nr. 38) um einen Einfluß auf tuberkulöses Gewebe festzustellen, zwei Meerschweinchen tuberkulöses Sputum in die Bauchhöhle injiziert, und die Tiere wurden dann in gleicher Weise mit Röntgenstrahlen bestrahlt. Die Sektion ergab bei dem Kontrolltier eine weit hochgradiger vorgeschrittene Tuberkulose als bei dem anderen, also anscheinend eine retardierende Wirkung, die auf die vom wolframsauren Kalzium ausgehende Sekundärstrahlung zu beziehen ist, das Krukenberg zur Unterstützung der Strahlenwirkung anwandte.

Ein Wort noch über die Fälle, in denen das Röntgenbild Drüsenschwellungen in der Hilusgegend zeigte. Hier läßt das zweite Röntgenbild nach beendigter Behandlung unzweifelhaft eine Verkleinerung der Hilusdrüsen erkennen. Daß bei der Ausführung dieser Therapie eine besondere Technik allein am Platze ist, daß nur mit entsprechend hohen Dosen und unter absoluter Hautschonung mittels der von mir bei der Behandlung von Frauenleiden eingeführten Feldernahbestrahlung gearbeitet werden muß, ist einleuchtend.

Daß man in der Tat große Lymphome, bei denen die histologische Untersuchung das Vorhandensein eigentümlicher Granulationsgewebe mit großen Zellen und Tuberkelbazillengehalt ergab, als Zeichen der nicht seltenen Entstehung der Erkrankung durch Tuberkulose — durch Röntgenstrahlen günstig beeinflussen kann, hat Kienböck in seiner bekannten oben zitierten Abhandlung ausgeführt. Aber nicht nur Lymphome der Hals-, Achsel- und Inguinalgegend zeigten ein schnelles Zurückgehen durch kräftige Bestrahlung, sondern auch bei intraabdominalen und intrathorakischen Lymphomen — letztere durch Perkussion und Röntgenoskopie konstatiert — war eine starke Verkleinerung zu erzielen. Dieselbe machte sich auch subjektiv durch Erleichterung der Atmung, Aufhören des Hustens, der Schluckbeschwerden, sowie Hebung des Allgemeinbefindens und Schwinden des Fiebers bemerkbar. Kienböck nimmt eine direkte Wirkung des Lichtes auf die bestrahlten Geschwülste an. Es kommt zu einer Hemmung der Zelltätigkeit, speziell des Drüsenstoffwechsels und der Proliferation, zu Kernzerfall und Untergang der Zellen. Durch ausgiebige Verkleinerung und Sklerosierung der Tumoren wird den Tuberkelbazillen der Nährboden genommen, so daß also auf maximale Verkleinerung der Geschwülste der Hauptwert gelegt werden muß. Das tuberkulöse Gewebe ist gegen Röntgenstrahlen viel empfindlicher als die normale Haut, so daß röntgenbestrahlte Tuberkulose ohne Schädigung der von den Strahlen penetrierten Haut heilen kann.

Die günstige Wirkung der Thoraxbestrahlung auf Atmung, Husten usw. ist indirekt durch Verkleinerung der Geschwülste, Entlastung der Organe vom Druck zu erklären. Die Besserung des Allgemeinbefindens unter Herabgehen des Fiebers hat seine Ursache in einer Entgiftung des Organismus, da nach Kienböck die durch Bestrahlung zum Schwinden gebrachten Lymphome als Bildungsstätten fiebererzeugender Stoffe zu betrachten sind.

Wilms hat noch auf einen zweiten Faktor gegenüber der ausgedehnten Exstirpation des tuberkulösen Gewebes hingewiesen. Der stark positive Ausfall der Pirquetschen Reaktion bei den meist jugendlichen Individuen mit Drüsentuberkulose zeigt, daß im Körper ein kräftiger Immunisie-

rungsvorgang gegen die Tuberkulose eingesetzt hat. Diese Immunisierung kann bei frühzeitiger Exstirpation der Drüsen nicht ebenso kräftig sein, der Körper bleibt gegen Neuinfektion gleich empfindlich und ist der Drüsen, die als Filter gegen die Verbreitung der Infektion im Körper ein wertvolles Hilfsmittel sind, beraubt und so meint Wilms, daß ein Patient, dessen Lymphome durch die Röntgenbehandlung zum Schwinden gebracht werden, besser daran ist, als ein operierter, weil sich sein Körper während des Kampfes mit der Drüsentuberkulose gekräftigt und gegen nicht zu vermeidende Neuinfektion widerstandsfähig geworden ist. Vielleicht ist sogar nach Lymphdrüsenexstirpation eine Weiterverbreitung der Bazillen im Organismus eher möglich, als bei dieser konservativen Röntgenbehandlung. Denn wir wissen ja, daß bei vielen Menschen die sogen. skrofulöse Lymphdrüsenschwellung in der Jugend eine Epoche der Immunisierung des Organismus gegen die ubiquitäre Tuberkuloseinfektion bedeutet. Auch Wilms sieht die Wirkung der Röntgenstrahlen in einem erhöht fermentativen und autolytischen Prozesse im Gewebe und in einer verstärkten narbigen Schrumpfung des Granulationsgewebes. Und diese Ausbildung von Narbengewebe ist also das Endresultat der günstigen Einwirkung der Röntgenstrahlen überhaupt.

Wenn wir nach einer weiteren Begründung, nach einem zweiten: Wie: der Einwirkung, fragen, so werden wir vor allen Dingen auch auf die schon wohlbegründete günstige Beeinflussung von Asthmafällen durch Röntgenstrahlen zurückgreifen müssen, wie sie Schilling, Immelmann u. a. schildern. Schilling betont ausdrücklich, daß bei Patienten mit erheblichen Auswurfsmengen, bis zu einem Viertel Liter pro Tag, im Anschluß an die Bestrahlung starkes Sinken bis völliges Versiegen des Auswurfs beobachtet werden konnte. Schon das spricht gegen die Annahme irgendeiner Suggestion. Und ich möchte bei dieser Gelegenheit auf ein merkwürdiges Zusammentreffen hinweisen. Auch bei der von mir seinerzeit zuerst vorgeschlagenen Eierstockbestrahlung bei Frauenleiden, Periodenblutungen, Myomen usw. wollte man zuerst nur eine suggestive Wirkung anerkennen, während jetzt durch mikroskopische Eierstockpräparate der strikte Nachweis einer effektiven anatomischen Einwirkung erbracht und anerkannt ist. Bei den Asthmafällen konnte man weiter das Schwinden der Curschmannschen Spiralen und eosinophilen Zellen beobachten, so daß die Einwirkung als sekretorische und exsudative Störung der Bronchialschleimhaut aufzufassen ist.

Schilling selbst glaubt in den meisten Fällen, daß die in der Bronchialwandung gelegenen Becherzellen oder jene Zellen der kleinen Schleimdrüsen auf die Strahlen reagieren, sei es in Form der Verminderung der Vakuolenbildung, sei es in vorübergehender Schädigung des Zelleibes

— als naheliegende Analogie — mit der auch sonst bekannten größeren Vulnerabilität höher organisierter Zellen durch Röntgenstrahlen.

Eckstein fielen bei der Durchleuchtung seines dreijährigen Patienten mehrere haselnußgroße rundliche Schatten rechts neben dem Herzen auf, die er als Schatten vergrößerter peribronchialer Lymphdrüsen deutete. Auch Gottschalk hat in allen seinen Fällen ausgedehnte Hilus- und Bronchialdrüsenschwellungen gefunden, die er als ursächliches Moment für die Entstehung der Anfälle anspricht. Ein Zurückgehen dieser Schwellung bedingt auch Sistieren des Anfalles. So wäre die äußerst prompte Reaktion der Kinder besonders ausreichend erklärt. Die günstige Beeinflussung dieser Drüsenschwellungen ist ja bekannt, und so fände die vor 40 Jahren von Biermer ausgesprochene Vermutung, daß zuweilen das Bronchialasthma seinen Grund in geschwollenen Tracheobronchialdrüsen habe, durch diese Therapie eine Unterlage.

Dieselbe Art der Einwirkung habe ich auch bei meinen Patienten mit starkem Auswurf beobachten können, bei denen durch Schädigung der Schleimbecherzellen und der Bronchialschleimdrüsen durch die Röntgenstrahlen die Schleimsekretion sistierte.

Als erste Beobachtung steht also im Vordergrund das Sistieren der so quälenden Schleimsekretion des Hustens, Abnahme des tuberkulösen Sputums. Parallel gingen damit Gewichtszunahme, Schwinden der Lungenstiche einher. Bei den Spuckern war nun auffallend, daß zu Beginn der Röntgenbehandlung ein leichter Temperaturanstieg fast ausnahmslos beobachtet werden konnte, quasi als ob die Giftstoffe für den Körper durch die Röntgenbeeinflussung frei wurden. Eine andere Gruppe von Kranken zeigte im Röntgenbild große um die Lungenmitte herumliegende tuberkulöse Drüsenpakete. Unter der hier angewandten, ganz speziellen kombinierten Technik zeigten die Kontrollaufnahmen eine Verkleinerung dieser Schatten im Verein mit schärferen Konstruierungen als Zeichen von bindegeweblichen Wucherungen. Es spielte sich hier der gleiche Vorgang ab, wie wir ihn bei tuberkulösen Drüsen dicht unter der Haut in Form der Sklerosierung des Drüsengewebes durch Bindegewebswucherung kennen. In solchen verkleinerten bestrahlten Drüsen erkennt man dann die durch Bindegewebswucherung abgegrenzten, zum Teil zerdrückten und unschädlich gemachten tuberkulösen Herde. Diese Vorgänge, wie ich sie an einer Reihe meiner Patienten beobachten konnte, entsprechen ganz den Erfahrungen, die wir bei der Bestrahlung großer Lymphome seit langem kennen.

Dieselbe Ausbildung von Narbengewebe hat sich nun auch in einigen Fällen, wo das Röntgenbild die Anwesenheit von Kavernen zeigte, beobachten lassen. Und es wurde mir von autorativer Seite bestätigt, daß neben

einer auffallenden Verkleinerung der Kaverne die Umrandung schärfer und breiter hervortrat, eine Erscheinung, die durch stärkere Bindegewebswucherung erklärt wurde. In den Fällen von Spitzenaffektionen ergab der physikalische Befund, sowohl auskultatorisch wie perkussorisch, eine deutliche Besserung. Dem entsprach wiederum im Röntgenbild die Verkleinerung vorher verdunkelter großer Partien mit schärferer Abgrenzung gegen das Nachbargewebe, und einer deutlichen Aufhellung dieser Stellen als Ausdruck der Verkapselung vorhandener Herde. Diese meine Beobachtungen datieren bis $3^1/_2$ Jahre zurück, die erste Veröffentlichung geschah Therapie, Dezember 1911, die zweite März 1912 in der „Berl. kl. Woch.", ein dritter Hinweis ist in den Verhandlungen des Zentralkomitees im Juni 1912 über 20 Fälle erschienen. In jüngster Zeit hat auf dem internationalen physiotherapeutischen Kongreß Küpferle den experimentellen Beweis für die Richtigkeit meiner Beobachtungen durch Tierversuche erhärtet. Auch er hat bindegewebliche Abkapselungen bei mit Tuberkulosebazillen infizierten tuberkulös gewordenen Tieren makroskopisch und mikroskopisch nachweisen können. Ich habe in weiterem Verlauf an Tieren Versuche derart angestellt, daß ich einer Reihe von Tieren aus menschlichem Sputum und aus Reinkulturen tuberkulöse Aufschwemmungen einspritzte, die ich vorher den Röntgenstrahlen und bei einer anderen Gruppe dem Radium ausgesetzt hatte. Während die Kontrolltiere mit unbestrahlten tuberkulösen Aufschwemmungen in wenigen Tagen schwere Krankheitserscheinungen zeigten, beobachtete ich an einer Reihe der Tiere, die mit bestrahlten Aufschwemmungen eingespritzt waren, erst nach 30—40 Tagen schwache tuberkulöse Drüsenaffektionen, aber keine allgemeine Ausdehnung wie bei den Kontrolltieren. Diese Einwirkung läßt sich bei tuberkulös gemachten Tieren vielleicht noch durch Sensibilisatoren: Eosin und Methylen, erhöhen, andererseits bei der Kulturbestrahlung zum Zwecke der erhöhten Strahlenwirkung auf die Kulturen verwenden.

Vielleicht gelingt es auf diesem Wege ein Tuberkulin herzustellen, dessen Infektiosität und Giftigkeit soweit abgeschwächt ist, daß es immunisierend im Sinne des von Koch erstrebten Tuberkulin wirkt, dann wären wir dem Ideal der Tuberkulosebekämpfung vielleicht nähergerückt.

Der Kampf gegen die Tuberkulose setzt mit der größten Hoffnung auf Erfolg ein im Anfangsstadium, wo es sich um tuberkulöse Drüsenschwellungen, um Drüsenskrofulose handelt. Andererseits würde die Einschränkung der Zahl der Spucker als gefährliche Infektionsträger, als Verbreiter dieser schrecklichen Volkskrankheit überhaupt schon vom rein sozialen Standpunkte aus einen wesentlichen Fortschritt bedeuten.

Wenn ich meine Fälle überblicke, so zeigten sowohl initiale Spitzen-

katarrhe wie auch Fälle des zweiten Stadiums günstige Beeinflussung. Diese Beobachtungen decken sich völlig mit den an der Freiburger Universitätsklinik gemachten Erfahrungen. Küpferle schreibt darüber folgendes: „Das Tierexperiment lehrt, daß die Röntgenstrahlen bei experimentell erzeugter Tuberkulose Heilungsvorgänge anbahnen und fördern, die einer natürlichen Heilung entsprechen. Die menschliche Tuberkulose ist durch Röntgenstrahlen in demselben günstigen Sinne zu beeinflussen, und zwar in allen Stadien, eine ausgesprochene Heilung konnte bisher bei allen Fällen des ersten und zweiten Stadiums erreicht werden. Der Erfolg ist abhängig von der im Einzelfall nach Verlaufsform und Reaktionsmodus einzurichtenden Bestrahlungstechnik."

Über die Natur der Wirkung im speziellen erübrigt sich noch eine Auseinandersetzung. Wir haben zu unterscheiden zwischen der Wirkung auf den Tuberkulosebazillus selbst, zwischen der Beeinflussung des Tuberkels und endlich kommt die allgemeine Wirkung auf den Körper in Frage.

Experimentell ist von Burnet gezeigt worden, daß die Röntgenstrahlen direkt auf die Bazillen wirken, und daß diese Einwirkung durch Verwendung von sogen. Sensibilisatoren: Eosin und Methylen, bis zur völligen Abtötung der Tuberkelbazillen, vermehrt werden kann, wie wir es bei der gonorrhoischen Fluorbekämpfung als sehr wirksam a. O. geschildert haben. Es ist aber zu bedenken, daß es im menschlichen Organismus uns nicht gelingt, ohne Schädigung der über den Drüsen liegenden Weichteile mit genügenden Strahlenmengen in die Tiefe zu dringen, um die Bazillen abzutöten. Deshalb zweifle ich — und finde eine Stütze bei Iselin — an der direkten Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Tuberkelbazillen. Man kann andererseits die günstige Beeinflussung sich so erklären, daß die Röntgenstrahlen wie jeder andere Reiz der Haut zu einer Vermehrung der Abwehrstoffe im Blute führen und so indirekt die Bazillen zum Zerfall gebracht werden.

Die Beeinflussung des Tuberkels zeigt sich nach Küpferle und de la Camp in einer starken Zerstörung des tuberkulösen Proliferationsgewebes, das seinerseits durch üppig wucherndes Bindegewebe ersetzt wird und durch folgende Abkapselung des tuberkulösen Herdes die Weiterentwicklung der Tuberkulose verhindert.

Die allgemeine Wirkung auf den Körper findet ihren Ausdruck in der Entgiftung des tuberkulösen Herdes, wie wir sie aus dem Resorptionsfieber und dem Verhalten des Körpergewichts erkennen.

Daß ein Tuberkulin als Ursache des Fiebers entstehen muß, wenn eine tuberkulöse Drüse samt Bazillen resorbiert wird und Tuberkelbazillen zerfallen, darf als sicher gelten. Das Körpergewicht erfährt dabei immer eine Steigerung, und zwar auch nach anfänglicher Gewichtsabnahme.

Je nachdem wir nun den tuberkulösen Herd, den Tuberkel, oder den Körper allgemein beeinflussen wollen, haben wir unsere Technik zu wählen; denn bei der Wirkung auf Herd und Tuberkel haben wir uns für hohe Dosen zu entscheiden. Für die Allgemeinwirkung kommen wir andererseits mit schwächeren Reizdosen aus, und so glaube ich in einer glücklichen Kombination den größten Vorteil zu erzielen.

Die Hauptklippe bleibt dabei immer die Wahl der richtigen Dosis, denn überschreiten wir das rechte Maß, so erzielen wir nicht Anregung, sondern Zellzerstörung, womit wir den Heilungsprozeß gerade vernichten. Es bleiben also die folgenden Möglichkeiten: 1. bei leichten Formen wird man durch mittelstarke Dosen den Herd entgiften und der Resorption zugänglich machen, denn diese reichen aus, weil erfahrungsgemäß die Lymphozyten radiosensibel sind und wahrscheinlich von ihnen die Wirkung ausgeht. Sie verschwinden in den Herden allmählich und schließlich finden sich in dem Detritus nur noch Riesenzellen. Drei bis vier Wochen nach dem Beginn der Behandlung sind auch diese verschwunden. Das Bindegewebe und die Riesenzellen dürfen dabei durch die Bestrahlung nicht geschädigt werden. Wir müssen nämlich immer daran festhalten, daß es m. E. auch auf den Anreiz des Nachbargewebes ankommt, das durch diesen zur Abwehr angeregt wird. Diese elektive Radiosensibilität auf lymphatische Elemente, die ein integrierender Bestandteil des Tuberkels sind, und auf sehr stark proliferierende Zellen, die uns ja von vornherein bekannt sind, hat hier gerade Nutzen, da wir mit derselben Dosis beides erreichen können: Anreiz des normalen Gewebes zur Heilung und Vernarbung, andererseits Vernichtung der Zellbestandteile des Tuberkels und im weiteren Verlauf seinen Zerfall und Zugrundegehen. Das gleiche gilt von der von mir vorgeschlagenen Milzbestrahlung sowie der des lymphatischen Apparates. — 2. Bei stärkerer Erkrankung, wo das physiologische Verfahren nicht ausreicht, den speziellen Herd stärker zu bestrahlen, um das tuberkulöse Gewebe direkt zum Zerfall zu bringen und durch Gefäßschädigung im Herde Schrumpfung und Narbenbildung zu fördern.

Ebenso empfiehlt es sich, gegen tuberkulöse Drüsenerkrankungen stärkere Dosen zu verabreichen.

Da nun unser Bestreben bei allen tuberkulösen Neubildungen darauf hinzielen muß, langsame Rückbildung und Vernarbung zu erreichen, so ist die protrahierte langsamer wirkende Dauerbestrahlung dazu am geeignetsten.

Das Resultat meiner Beobachtungen läßt sich demnach in folgende Leitsätze zusammenfassen:

1. Bestimmte Fälle klinisch diagnostizierter Lungentuberkulose

zeigen deutliche Besserung des Leidens und günstige Änderung des Befundes. Bei der Kürze der Beobachtungszeit spreche ich absichtlich nicht von Ausheilung im klinischen Sinne.

2. Von jetzt 120 Fällen 18 Versager, 102 positive Ergebnisse.

3. Subjektive Besserung, Hebung des Allgemeinbefindens des Appetites, Gewichtszunahme schon nach wenigen Bestrahlungen, Schwinden der Lungenstiche, Brustbeklemmungen. Auffallend schnelle Abnahme des Hustens, freiere Atmung.

4. Objektiv: Auswurfsmenge sistiert völlig nach einer Reihe von Bestrahlungen. Tuberkelbazillenbefund wird dauernd geringer. In 57 Fällen nicht mehr vorhanden. Pathologische Atmungsgeräusche schwinden in auffälliger Weise, besonders an den Spitzen. — Hilusdrüsenschwellung zeigt im Röntgenbild einwandfreie Verkleinerung. — In 15 Fällen von Spitzenaffektionen ist im Röntgenbild nach Bestrahlung Aufhellung der Herde erkennbar.

5. Allgemeine Beobachtungen: Anfängliche Fiebersteigung ist ein Zeichen für günstige Röntgenbeeinflussung. — Ich fasse den Fieberanstieg als ein Freiwerden von Giftstoffen im Körper durch Strahlenwirkung auf, als ein Einsetzen von wichtigen Immunisierungsvorgängen, denen dann die Entgiftung und Entfieberung folgt.

6. Verkleinerung geschwollener tuberkulöser Hilusdrüsen bedingt schon rein mechanisch Entlastung der Organe vom Druck und erklärt so schon die freiere Atmung und Verringerung des Hustens.

7. Tuberkulöses Lungengewebe ist viel empfindlicher gegen Röntgenstrahlen als normales. Tuberkulöse Drüsen antworten auf entsprechend starke Röntgenreize — ähnlich wie ich es an bestrahlten Eierstöcken zeigen konnte — mit Bindegewebsbildung, narbiger Schrumpfung und damit Abkapselung tuberkulöser Herde.

Das gleiche spielt sich im tuberkulösen Granulationsgewebe ab, auch hier tritt an dessen Stelle als Endresultat der Röntgenreizung schließlich narbige Schrumpfung und Abkapselung.

Kleine Kavernen zeigen nach Bestrahlung Verdickung der bindegeweblichen Hülle im Röntgenbild als schärfer hervortretende Umgrenzung. Sie entsteht in allen Fällen als ein reaktiver Entzündungsprozeß der Umgebung, der mit Bindegewebentwicklung endet.

Größere Kavernen bleiben nach meinen Beobachtungen unbeeinflußt.

8. Bei drei tuberkulösen Pleuritiden konnte nach Bestrahlung Lösung der bindegeweblichen Schwarten konstatiert werden.

In einem Fall von doppelseitiger Tuberkulose trat neben Hilusdrüsenschwund Ausheilung des kleineren linksseitigen Herdes ein, so daß erfolgreich der künstliche Pneumotorax rechts gemacht werden konnte.

9. Drei gegen Tuberkulin refraktäre Fälle zeigten schnellere Beeinflussung nach unterstützender Röntgenbestrahlung.

10. Weiterer Beobachtung bleibt es vorbehalten, ob durch Röntgenstrahlenbehandlung die Widerstandskraft des Körpers gegen Neuinfektionen erhöht wird.

11. Die Bestrahlung erfolgt mittels ganz spezieller Technik und bestimmten Dosen, zerfällt in eine Bestrahlung der einzelnen Herde und eine allgemeine, allseitige Reizbestrahlung der Milz und des lymphatischen Apparates.

Die Beobachtungen, welche man bei der Behandlung der Blutkrankheiten und ganz im speziellen bei der perniziösen Anämie mit den sogen. Reizdosen[1]) gemacht hat, geben uns Veranlassung, wie Strauß ausführt, diese Erfahrungen auf die Tuberkulosetherapie zu übertragen, und es lag die Frage nahe: „Ist die Wirkung der sogen. Reizdosen nach Fränkel lediglich im Sinne einer vermehrten Anregung von Bindegewebe zu erklären oder spielen dabei die hämatopoetischen Organe durch Anbildung lymphozytärer Elemente eine unterstützende Wirkung? Es gewinnen unter diesem Gesichtspunkte betrachtet, einige neuere, lediglich der Betrachtung des Blutbildes gewidmete Publikationen für die vorliegende Frage an Bedeutung."

„Wir wissen, daß die Lymphozyten eine Sonderstellung im Kampfe gegen den tuberkulösen Virus einnehmen. Nicht nur, daß es zu einer Hyperplasie der lymphatischen Organe kommt, daß weiterhin die Lymphozyten den Tuberkel gegen das gesunde Gewebe hin abgrenzen, nein, es nehmen nach den Arbeiten von Bergel die Lymphozyten überhaupt den Kampf gegen den Tuberkelbazillus als solchen auf. In den Lymphozyten ist ein fettzerspaltendes Ferment vorhanden und dieses Ferment ist befähigt, die aus fettartigen Substanzen bestehende Hülle der Tuberkelbazillen aufzulösen. Daher zeigt auch der Körper im Beginne seines Kampfes mit einer beginnenden Tuberkulose eine Lymphozytose. Die fetthaltigen Tuberkelbazillen reagieren eben chemotaktisch auf Zellen mit lipolytischem Ferment und das sind die Lymphozyten. Es ist daher seitens einiger Autoren den Lymphozyten eine außerordentliche Bedeutung für die Prognose der Lungentuberkulose zugesprochen worden. So hat Weiß die Beobachtung gemacht, daß alle Tuberkulosen, die mit einer Steigerung der Lymphozyten von 25—40% einhergehen, einen relativ günstigen Verlauf nehmen, daß hingegen niedere Lymphozytenwerte (bis 16%) von prognostisch übler Bedeutung sind. Mit den Weißschen Ausführungen stimmten ältere Beobachtungen von Steffen, aber auch neuere

[1]) Siehe meine Arbeiten darüber: Zbl. f. Chir. 1914, Zbl. f. Gyn. 1913, Ztschr. f. Radiumther. 1914, Fortschr. d. Röntg. 1914.

Arbeiten, so die sich auf ein Beweismaterial von 348 Kranken stützenden Blutuntersuchungen Schwermanns, überein.

Es ist daher die Aufgabe der Strahlentherapie bei der Lungentuberkulose darin zu sehen, daß wir bestrebt sein müssen, die Lymphozytenzahl zu steigern. Jede Bestrahlung muß an der Hand einer genauen Kontrolle des Blutbildes ausgeführt werden. Als Bestrahlungsdosen sind kleine Dosen zu verwenden, event. unter gleichzeitiger Verwendung von Thorium X per os im Sinne der Vorschriften von Bickel, Benzour, Pardo-Tagle und Arneth. Auch Fränkels Erfolge bei der Bestrahlung der Milz und des lymphatischen Apparates sind auf diese Weise zu erklären. Die kleine Dosis erweist sich durch ihre Einwirkung auf die Lymphozyten eben als die Reizdosis."

Daher schreibt Strauß: Es besteht so mit der Empfehlung der kleinen Dosis Fränkels ein gewisser Gegensatz zu Küpferle, der die großen Dosen harter Strahlen auf Grund seiner Untersuchungen befürwortet. Eine Verwendung jener großen Strahlenmassen wie wir sie bei der Bestrahlung des Karzinoms verabreichen, ist schädlich, was auch Iselin betont, wenn er sagt: „das Optimum für die Röntgenstrahlen als Mittel, das die natürliche Heilung unterstützt, ist sicher ein niedriger Wert", desgleichen Broca und Mahler, die im Übersteigen der nützlichen Dosis das Haupthindernis der Röntgentherapie der Tuberkulose erblicken, und schließlich noch Patersen, der eine Sabourauddosis gefilterter Strahlen als Einzeldosis verabreicht und ein strenges Individualisieren fordert.

Die lokalen Tuberkulosen, die Kraus als eine besonders verlaufende, gewissermaßen abortive Form der Tuberkulose bezeichnet, und die bei Individuen mit einer bestimmten korrelativen Wachstumsanomalie der extrauterinen Entwicklung auftreten, sind auch in ihrem therapeutischen Verhalten wesensverschieden von der allgemeinen, von der Spitze nach der Basis fortschreitenden ulzerösen Lungenphthise. Diese Individuen, die wir also im allgemeinen als lymphatische bezeichnen und die klinisch mehr die Form der Hilustuberkulose aufweisen, sind für eine Strahlentherapie die bevorzugt geeigneten. Da diese Tuberkulosen schon an sich prognostisch günstiger liegen als die gewöhnlichen ulzerösen Lungenphthisen und wir in dem vorhandenen Lymphatismus nur den Ausdruck einer nicht sieghaft vom Körper überwundenen tuberkulösen Infektion erblicken, so ist es begreiflich, daß man in diesen Fällen durch Unterstützung der Schutzkräfte des Körpers im Kampfe gegen die vorhandene Infektion mit der Strahlentherapie etwas erreichen kann. Die lokalisierte Tuberkulose ist für die Strahlentherapie also ein besonders geeignetes Objekt.

Es sei noch einmal hervorgehoben: Das Optimum für die Röntgenstrahlen als Mittel, das die natürliche Heilung unterstützt, ist sicher ein niedriger Wert. Danach ist die Wahl der Dosen um so wichtiger, als wir Gefäßschäden dringlichst vermeiden müssen. Sonst entblößen wir den Körper seiner besten Schutzmittel. Die Unterbrechung der Zirkulation durch Gefäßschädigung vereitelt die physiologische Heilung durch Resorption, die einzig imstande wäre, eine gute Funktion der befallenen Gelenke wiederherzustellen, schädigt bei der Milzbestrahlung ihre immunisatorische Kraft.

Der Röntgenbehandlung der chirurgischen Tuberkulose stehen demnach also zwei Wege offen: Bei leichteren Formen wird sie versuchen, durch wiederholte schwache Belichtung den Herd zu entgiften und der Resorption zugänglich zu machen. Das Optimum für die Röntgenstrahlen als Mittel, daß die natürliche Heilung unterstützt, ist sicher auch hier ein niedriger Wert.

Bei schweren Erkrankungen wird, wenn das physiologische Verfahren nicht genügt, eine stärkere Bestrahlung einsetzen müssen; diese bezweckt nicht nur, das tuberkulöse Gewebe zum Zerfall zu bringen, sondern sie ist bestrebt mit energischer Tiefenbestrahlung durch Gefäßschädigung im tuberkulösen Herd und seiner Umgebung, die Schrumpfung des Granulationsgewebes und Narbenbildung zur Folge hat, die Abkapselung und Ausschaltung des tuberkulösen Herdes aus dem Körper zu fördern.

Bei der Lungentuberkulosebestrahlung wird, wie an anderer Stelle bereits ausgeführt, eine Kombination beider Bestrahlungsformen ebenfalls zweckentsprechend sein.

Wir sehen jedenfalls daraus, wie wichtig die richtige Anpassung der zu wählenden Dosis ist und wie ein kritikloses Drauflosbestrahlen den ganzen Effekt illusorisch machen kann. Ein etwaiger Mißerfolg fällt dann nicht der Methode, sondern der falschen Wahl der Technik zur Last.

Bei beiden Arten der Bestrahlung zielt unser Bestreben daraufhin, natürliche Heilungsvorgänge zu unterstützen und zu beschleunigen.

„Als das augenscheinlichste Ergebnis von 30 Bestrahlungskuren, die Berns an den Krankengeschichten in den Fortschr. d. Röntg. näher beleuchtet, erscheint ihm eine in 18 Fällen beobachtete Herabminderung der Körpertemperatur, eine spezifische Entfieberung, die manchmal allmählich, manchmal aber auch sofort eingetreten war. Nach geringem, unmittelbar nach einer Bestrahlung auftretendem, unbedeutendem Temperaturanstieg trat ein typischer Temperatursturz ein; einige Zeit hielt sich nun die Temperatur erheblich tiefer als vor der Bestrahlung und stieg dann allmählich wieder an.

Vielleicht vermögen diese Verhältnisse Wesen und Ursache des Fiebers bei Lungentuberkulose etwas zu klären. Strümpell hält es für wahrscheinlich, daß dieses Fieber in vielen Fällen durch den tuberkulösen Prozeß an sich, durch Toxinbildung bedingt sei; doch frage es sich noch, ob es schließlich erst durch sekundäre entzündliche Prozesse, sowie durch Resorption septischer und toxischer Substanzen aus dem sich zersetzenden Bronchial- und Kavernensekret entstehe. Nimmt man ganz allgemein an, es würde durch die Giftwirkung des tuberkulös erkrankten Gewebes verursacht, so würden die Fälle, bei welchen die spezifische Entfieberung eintrat, den Beweis liefern, daß es möglich ist, durch Bestrahlung den tuberkulösen Herd zu entgiften, ein Ergebnis, das für Drüsen- und Gelenktuberkulose von Iselin schon festgestellt worden ist.

Vor Erörterung der Ätiologie dieser „Entgiftung" möchte ich die anatomisch-mikroskopischen Bilder bestrahlter Lungen, wie sie Küpferle beschrieben hat, hier anführen: „Es zeigte sich in den an den verschiedensten Stellen der Lungen entnommenen Teilen eine auffallende Entwicklung des hyalinen Bindegewebes, das an Stelle des tuberkulösen Granulationsgewebes getreten war. Besonders deutlich sind diese Unterschiede an der Grenze zwischen krankem und gesundem Gewebe erkennbar. Hier sieht man an den Lungenschnitten der bestrahlten Tiere eine intensive Bindegewebsentwicklung, die einerseits in die tuberkulös erkrankten Teile hinein sich erstreckt, die Zerfallsherde umwuchert und abkapselt, auf der anderen Seite auch gegen das gesunde Gewebe hin vordringt."

„Die biologische Wirksamkeit der Röntgenstrahlen beruht in einer Schädigung von Zellen mit sehr lebhaftem Stoffwechsel, von Geweben, in denen unablässig lebhafte Zellregeneration stattfindet. Die üppig wuchernden Zellen des tuberkulösen Granulationsgewebes werden also durch richtig dosierte Strahlen vernichtet, und so ist die physiologische Neigung des erkrankten Lungengewebes zur Bindegewebsentwicklung nicht mehr beeinträchtigt. Ob die Bindegewebszellen mit ihrem im Vergleich zu den Granulationsgewebszellen sehr trägen Stoffwechsel durch die Röntgenstrahlen zu intensiverem Stoffwechsel angeregt werden, ob die Röntgenstrahlen vielleicht auch einen anregenden Einfluß auf die in jedem Entzündungsherd vorhandenen phagozytären Zellen ausüben, das sei dahingestellt." Jedenfalls ist der Hinweis von Berns wichtig, weil er unsere Beobachtungen hinsichtlich der Reizdosenanwendung unterstützt und mit zur Erklärung der vorgeschlagenen kombinierten Lungenbehandlung mit hohen schädigenden und geringen anreizenden Dosen beiträgt.

Berns fährt weiter fort: „Die Ursache der Entgiftung scheint also darin zu liegen, daß die Gifte des Zerfallsherdes, rings umschlossen von dem Bindegewebswall, nicht wieder die Möglichkeit haben, dem Organis-

mus zur Bildung von Granulationsgewebe zu veranlassen, daß ferner vielleicht gleichzeitig die Phagozyten lebhafter und erfolgreicher den Kampf gegen die Tuberkelbazillen aufnehmen. Infolgedessen sinkt das Fieber.

Ein nennenswerter Einfluß der Röntgenstrahlen auf Tuberkelbazillen konnte bisher trotz vieler Versuche nicht festgestellt werden. Es erscheint demnach wohl ausgeschlossen, daß durch die Strahlen die im Erkrankungsherd vorhandenen Tuberkelbazillen abgetötet werden. Sie liefern weiter ihre Toxine und diese müßten weiter Fieber erzeugen, wenn das Fieber bei Lungentuberkulose wirklich ein reines Toxinfieber wäre. Es scheint also, als ob das Granulationsgewebe in erster Linie Ursache des Fiebers sei, als ob es sich hier ausschließlich um ein Resorptionsfieber handele.

Viele Forscher haben es sich in den letzten Jahren zur Aufgabe gemacht, Ursache und Wesen des Fiebers tief zu ergründen. Auf dem Wiesbadener Kongreß 1913 kam das so recht zum Ausdruck. Krehl hat damals die denkwürdigen Worte ausgesprocnen: „Eine kühne Phantasie könnte sogar eine Brücke zu schlagen geneigt sein zwischen der automatischen Unterhaltung der Normaltemperatur durch nicht fertig abgebaute Produkte des normalen Stoffwechsels und der Temperatursteigerung durch krankhaft veränderte." Durch diese Ansicht, die heutzutage immer mehr Anerkennung zu gewinnen scheint, würden die komplizierten und viel umstrittenen Erscheinungsbilder des Fiebers auf eine einfache Formel gebracht werden. Und in der Tat, es scheint recht natürlich und selbstverständlich zu sein, Normal- und Fiebertemperatur für wesensgleich zu halten. Die optimale Temperatur für die jeweilige Intensität des Stoffwechsels, sei er nun normal oder krankhaft gesteigert, würde also im Organismus durch die regulatorische Tätigkeit des Temperaturzentrums eingestellt. Der physiologische Reiz für letzteres ist unvollkommen abgebautes, artfremdes oder nicht organisiertes Eiweiß, oder dessen Produkt, das Anaphylatoxin, und solches Eiweiß liefert ja sowohl normaler als auch krankhafter Stoffwechsel.

Unsere durch Strahlentherapie bei Lungentuberkulose erzielten Resultate, scheinen diese Fiebertheorie weitgehend zu stützen. Die so oft beobachteten Entfieberungen können, nach dem anatomisch-mikroskopischen Bilde zu urteilen, nur durch Vernichtung des tuberkulösen Granulationsgewebes und die daran anschließende stärkere Bindegewebsentwicklung verursacht worden sein. Durch die Bestrahlungen werden die Erkrankungsherde allmählich abgekapselt und langsam entgiftet — den Tuberkelbazillen wird der Nährboden genommen. Es gelangen immer weniger Herdgifte und Zerfallsprodukte durch das hyperämische Granulationsgewebe in die Blut- und Lymphbahnen — vielleicht üben die nun von Bindegewebe immer stärker umkapselten Zerfallsprodukte einen stärkeren

Fremdkörperreiz aus und werden ausgehustet, wodurch sich die bei den Bestrahlungen beobachtete, anfängliche Vermehrung des Auswurfes erklären ließe. Schließlich wird durch die Entlastung des Stoffwechsels von Fieberstoffen der fieberfreie Zustand erreicht.

Manchmal zeigten sich diese Erfolge schon nach einer oder nach einigen Bestrahlungen, manchmal erst im Verlaufe der Bestrahlungskur. Daß aber dauernde Entfieberung in verhältnismäßig viel kürzerer Zeit eintrat als bei anderen Behandlungsmethoden, daß ferner überaus häufig nach einzelnen Bestrahlungen ein typischer Temperatursturz beobachtet wurde, das sind die Beweise für eine spezifische Entfieberung der Lungentuberkulose durch Röntgenstrahlen.

Am schwersten ist der erwähnte Temperatursturz zu deuten. Nach vorübergehendem, geringem Temperaturanstieg sinkt bald nach den einzelnen Bestrahlungen die Temperatur, hält sich 12—24 Stunden oder auch noch länger bis zu einem Grade oder mehr tiefer als früher, und steigt dann wieder langsam an. Vielleicht sind in solchen Fällen die Zellen des Granulationsgewebes nur vorübergehend geschädigt, gleichsam betäubt und unfähig geworden, die Herdgifte aufzunehmen und zur Resorption zu bringen. In dieser Zeit hätte dann der Organismus infolge Wegfalls der Herdgifte nicht mehr soviel Stoffwechselarbeit zu leisten, als seiner eben noch innegehaltenen Temperatur entsprechen würde, weshalb letztere vorübergehend sinken müßte. Diese Annahme müßte naturgemäß sowohl für erhöhte als auch für normale Temperaturen gelten; denn auch der Kranke mit normaler Temperatur hat Herdgifte zu verbrennen, nur befindet er sich in einer Art Kompensationsstadium seiner Temperaturverhältnisse. Und in der Tat scheinen die Fälle der Gruppe IIa diese Annahme zu beweisen; ihre Temperatursenkungen um einige Zehntelgrade nach Bestrahlung sprechen dafür. Insbesondere könnte man von Fall 15 sagen, daß nach Ausschaltung der Fieberstoffe aus dem Kreislauf und nach Beseitigung aller anregenden Einflüsse durch die Bettruhe, die optimale Temperatur für den jetzigen Stoffwechsel des Patienten bei Werten um 36,1° lag. Auch beim Gesunden sinkt ja die Temperatur bei minimalsten Anforderungen an seinen Stoffumsatz.

Auf Grund des anatomisch-mikroskopischen Bildes kann es wohl als ausgemacht gelten, daß durch Bestrahlung Dauererfolge erzielt werden; sicher erwiesen ist das bis jetzt allerdings noch nicht und Nachuntersuchungen anzustellen, war mir leider unmöglich geworden.

Kurz vor Fertigstellen meiner Arbeit, so schreibt Berns, wurde ich von Prof. Forschbach-Breslau auf Fränkels Arbeit: „Die Röntgenstrahlen im Kampf gegen die Tuberkulose, speziell der Lungen", aufmerk-

sam gemacht[1]). Fränkels Resultate stimmen in vieler Beziehung mit den Freiburger Ergebnissen überein, obwohl verschiedenartige Technik angewandt wurde. Während in Freiburg das Hauptgewicht auf direkte Herdbestrahlung gelegt wird, bedient sich Fränkel einer Kombination von Herdbestrahlung und allgemeiner Bestrahlung von Thorax und Milz, wobei er einen besonderen Bestrahlungsstuhl verwendet. Leichtere Fälle bestrahlte er mit mittelstarken Dosen, um den Erkrankungsherd der Resorption zugänglicher zu machen, schwere Fälle mit sehr starken Dosen, um das tuberkulöse Gewebe direkt zum Zerfall zu bringen. In Freiburg wurde in allen Fällen stärkste Strahlung angewandt. Hier wie dort dauerte eine Kur durchschnittlich 3—4 Monate. Die positiven Resultate Fränkels betragen 80%, in Freiburg 83,3%, wobei es sich dort und hier fast nur um Fälle des ersten und zweiten Stadiums handelte.

Besonders interessant ist es, daß auf beiden Seiten fast die gleichen Ergebnisse erzielt wurden. Fränkel schreibt: „Als erste Beobachtung steht im Vordergrund das Sistieren der so quälenden Schleimsekretion, des Hustens, Abnahme des tuberkulösen Sputums. Parallel ging dabei Gewichtszunahme, Schwinden der Lungenstiche.“ Weiter berichtet Fränkel über Hebung des Allgemeinbefindens und des Appetites, über freiere Atmung. Genau so in Freiburg. Viele Patienten fühlten sich allmählich immer wohler, verloren Husten und Auswurf, allerdings nach anfänglicher Steigerung, oft gänzlich, wobei gleichzeitig die katarrhalischen Geräusche über den Lungen erheblich zurückgingen. Auch Fränkel berichtet: „Pathologische Atmungsgeräusche schwinden in auffallender Weise, besonders an den Spitzen.“

Über seine Temperaturbeobachtungen schreibt Fränkel: „Anfängliche Fiebersteigerung ist ein Zeichen für günstige Röntgenbeeinflussung. Ich fasse den Fieberanstieg als ein Freiwerden von Giftstoffen im Körper durch Strahlenwirkung auf, als ein Einsetzen von wichtigen Immunisierungsvorgängen, denen dann die Entgiftung und Entfieberung folgt.“

Abgesehen von den schon besprochenen Fällen Nr. 28, 29 und 30 sind in Freiburg Temperaturerhöhungen, wie sie Fränkel zu Beginn der Röntgenbehandlung bei den „Spuckern“ fast ausnahmslos beobachtete, nicht

[1]) Auffallenderweise ist das Vorhandensein meiner Arbeiten über diese Lungentuberkulosebestrahlungen, von denen seit 1911 eine ganze Reihe erschienen sind, noch immer nicht bis Freiburg gedrungen, während sie in Breslau schon lange bekannt sind. Der weitere Weg kann daran kaum schuld sein, denn ich habe auf dem physiotherapeutischen Kongreß 1913, sowohl in persönlicher Rücksprache mit den Freiburger Herren als auch in meinem Vortrag durch Zitieren der bis dato von mir veröffentlichten Berichte, dem schon damals auffälligen Übersehen der Arbeiten nachzuhelfen versucht.

festgestellt worden. Ob sich diese Gegensätze aus der verschiedenartigen Technik erklären, läßt sich nicht ohne weiteres feststellen. Doch dürfte es nicht unwahrscheinlich sein, daß intensivste Herdbestrahlung auf der einen Seite, kombinierte Bestrahlungstechnik auf der anderen Seite im Organismus verschiedenartige Temperaturreaktionen auslösen. Vielleicht gelangen bei der lokal nicht so intensiv zerstörend, sondern mehr anreizend auf das Granulationsgewebe wirkenden Kombinationsbehandlung die Fieberstoffe hauptsächlich auf dem Blut- und Lymphwege zur Resorption und Vernichtung, müßten dann also anfänglich Fieber erzeugen, während bei der lokal sehr wirksamen, intensiven Herbestrahlung nach den früheren Ausführungen Fieberstoffe in immer geringerem Maße zur Resorption gelangen, und vielleicht in der Hauptsache mit dem Auswurf entfernt werden, wofür die in Freiburg beobachtete anfängliche Vermehrung der Auswurfsmenge sprechen würde.

Und schließlich ist die in Freiburg beobachtete vorübergehende Temperaturerhöhung unmittelbar vor dem typischen Temperatursturz vielleicht den von Fränkel beschriebenen Temperaturerhöhungen analog.

Weiteren Versuchen ist es vorbehalten zu entscheiden, ob die Strahlentherapie bei Lungentuberkulose die hohen Erwartungen, welche man nach den bisherigen Ergebnissen an sie stellen darf, wirklich erfüllt, ob sie erfolgreich genug sein wird, sich ein großes Betätigungsfeld in der Behandlungsweise von Lungenerkrankungen zu erobern. Vielleicht ist sie imstande, die Ansichten über Antipyrese zu beeinflussen; spricht sie doch einerseits dafür, daß im Grunde das Fieber für den Organismus keine schädliche, vielmehr eine zweckdienliche Einrichtung ist, daß es also im allgemeinen nicht vorteilhaft ist, dasselbe mit Antipyretizis zu bekämpfen. Andererseits vermag die Strahlentherapie die Ursache des Fiebers zu bekämpfen und zu beseitigen und auf diese Weise den Organismus von den ihn rasch erschöpfenden Einwirkungen febriler oder subfebriler Temperaturen zu befreien. Ganz besonders scheint die Strahlentherapie indiziert zu sein zur Behandlung der Fälle, welche unter langdauernder Subfebrilität zu leiden haben."

Fassen wir jetzt noch einmal die Grundsätze zusammen, wie sie sich folgerichtig als Entgiftungs- und Heilungsprozeß bei der Tuberkulosebehandlung mit Strahlen darbieten, so fällt sofort eine Ähnlichkeit mit der anderenorts geschilderten Sonnenstrahlentechnik ins Auge. Handelt es sich dort letzten Endes nur um Allgemeinbehandlung, so kommt auch hier, wenn auch anfangs die Lokalbestrahlung im Vordergrunde steht, nicht nur diese, sondern auch die allgemeine Beeinflussung in Frage, nur mit gewissen bestimmten Direktiven. Nicht planlos setzen wir den Men-

schenkörper den Strahlen aus, sondern in richtiger Auswahl suchen wir diejenigen Zentren und Stellen im Innern zu treffen, die die gleiche Allgemeinwirkung auslösen, wie wir sie bei der Sonnenbestrahlung kennen lernten.

Das ist die schließliche Folge der besonderen Natur der X-Strahlen im Gegensatz zu den Sonnenstrahlen. Es ist aber nur eine Änderung der „Technik", nicht des „Effektes", wie wir nach den neuesten Ergebnissen am Schluß noch hören werden.

So ist vielleicht erklärt, was die Tuberkulosebekämpfung durch Milz- usw. Bestrahlung aussichts- und erfolgreich gestaltet. Es dürfte sicher nicht zum Schaden der Patienten sein, wenn man in der Erkenntnis der unterstützenden Wirksamkeit beider Strahlen, die Anwendung der X-Strahlen neben denen der Sonnenstrahlen und umgekehrt als beachtenswertes Ziel der Tuberkulosebekämpfung anerkennen würde. Und gewiß ist die Zeit nicht mehr fern, wo mit vereinten Kräften Sonnen- und Röntgenstrahlen in schönster Harmonie die glänzendsten Erfolge zeitigen werden als Beweis, daß in der Tat die Natur uns die richtigen Wege zeigt, wie wir uns schützen und wo wir Hilfe gegen den unsere Gesundheit bedrohenden Feind erhalten können, — wenn wir sie nur erst aufgedeckt und in ihrer ganzen Bedeutung erkannt haben. —

Wie weit die Wirkung der Sonnenstrahlen über die Grenze unserer bisherigen Erkenntnis und Anschauung ihrer Durchdringungsfähigkeit hinausgeht, wie auch hierin unsere Hoffnung und Erwartung von der Wirklichkeit noch weit übertroffen werden dürften, das zeigen die allerjüngsten Erfahrungen des Prof. Berndt.

Infolge der hohen Temperatur der Sonne, die nach neuesten Messungen zu 6—7000 Grad anzusetzen ist, müssen von ihr außer Licht- noch Betastrahlen ausgehen, als negativ geladene Teilchenelektronen, deren Größe ein Achtzehnhundertstel der des Wasserstoffatoms ist und von jedem zur Weißglut erhitzten Körper ausgehen, sowie von radioaktiven Substanzen.

Wir wissen weiter, daß die Aussendung der Betastrahlen bei den radioaktiven Substanzen stets mit einer solchen von Gammastrahlen verbunden ist. Diese sind ihrem Wesen nach mit den Röntgenstrahlen identisch, die nach den neueren experimentellen Forschungen als Ätherwellen von sehr kleiner Wellenlänge anzusehen sind, nur sind die ersten durchdringungsfähiger, daher werden sie nur in geringem Maße absorbiert.

Durch die radioaktiven Substanzen im Erdboden werden die der Erdoberfläche nahen Schichten der Erdatmosphäre ständig von Gammastrahlen durchsetzt und dadurch ionisiert. Nun fand sich in größerer Höhe über der Erde eine bedeutend größere Zahl Ionen als daß sie aus diesen

Gammastrahlen der in der Erde lagernden radioaktiven Substanzen stammen konnten. Als Quelle dieser kosmischen Gammastrahlen vermutet nun Kohlhörster die Sonne. Man könnte dann diese Gammastrahlen der Sonne als Begleiterscheinung ihrer Betastrahlen ansehen, in derselben Weise, wie bei den radioaktiven Substanzen Beta- und Gammastrahlung miteinander verknüpft sind.

Diese Vermutung findet in folgendem eine Stütze, wie Prof. Bernd ausführt: Jede Gammastrahlung ist umso durchdringender, je größer die Geschwindigkeit der ihr zugehörigen Betastrahlung ist. Da nun die Betastrahlen der Sonne eine größere Geschwindigkeit haben als die irdischen, so muß auch die Durchdringungsfähigkeit ihrer Gammastrahlen wesentlich größer als die der von der Erde ausgehenden sein. Nach Berechnungen von Kohlhörster ist dies tatsächlich der Fall, denn der Absorptionskoeffizient der kosmischen Gammastrahlung ist etwa fünfmal kleiner als der der irdischen. Eine offene Frage bleibt es indessen noch, ob die Beta- und Gammastrahlung der Sonne ihren Ursprung ausschließlich in ihrer hohen Temperatur findet, oder ob daneben auch noch radioaktive Prozesse mitwirken. So erklärt sich auch zwanglos die mächtige Durchdringungsfähigkeit der Sonne, die eben nicht nur die uns bisher bekannten Strahlen enthält, sondern ein Gemisch von Beta- und Gammastrahlen von allgewaltiger, alldurchdringender Kraft. Jedenfalls kommen wir damit noch einen Schritt weiter in der Frage über die engen Beziehungen zwischen Sonne und Röntgenstrahlen und ihrer gemeinsam innewohnenden Kraft und Einwirkung auf den kranken Körper.

Bestrahlungen der Myome und Metropathien an der Marburger Universitäts-Frauenklinik.

Von

Elisabeth Reeder, Dülken (Rheinland).

Assistenzärztin.

Im folgenden soll über die Röntgenbestrahlung bei gynäkologischen Leiden in der Marburger Frauenklinik berichtet werden unter besonderer Berücksichtigung der Metropathien und Myome. Gänzlich ausgeschieden sind die Karzinombestrahlungen, während die wenigen Fälle von Sarkom kurz angeführt werden. Ich schicke voraus, daß unter Heilungen die Blutungsbeseitigungen, die Amenorrhoe, zu verstehen ist. Über die gleichfalls bei Myomen oft erwünschte Tumorverkleinerung kann ich deshalb keine endgültige Auskunft geben, weil die schwierigen Verkehrsverhältnisse in der jetzigen Kriegszeit die hierzu nötige Nachuntersuchung unmöglich machten. Auch brieflich konnte ich darüber nichts Sicheres erfahren. Im übrigen habe ich auf meine Anfragen, die ich schriftlich an die Patientinnen richtete, genaue und prompte Auskunft erhalten, z. B. über Allgemeinbefinden, Blutungen, Hautveränderungen, Blasen-Darmbeschwerden usw.

Zwischen den extremsten Richtungen in der gynäkologischen Röntgentherapie, der Hamburger Richtung von Albers-Schönberg einerseits und der Freiburger von Krönig und Gauß andererseits gehen eine Reihe von Autoren einen Mittelweg, wie Bumm, Runge, Fraenkel, Reifferscheid, Stoeckel u. a. Nach dem Grundsatze, nur so viele Strahlen zu verabreichen, als zum Erfolg — ohne Rücksicht auf die Dauer der Bestrahlung — unbedingt erforderlich sind, bestrahlt die Hamburger Methode mit kleinen Dosen. Im Gegensatz hierzu ging die Freiburger Bestrahlungsweise darauf hinaus, in möglichst kurzer Zeit den erwünschten Erfolg zu erreichen und benötigte zu dem Zwecke eine Strahlenmenge, wie sie in der damaligen Zeit für unerhört hoch gehalten wurde. Näher braucht auf diese beiden Bestrahlungsmethoden nicht eingegangen zu werden, da sie allseits bekannt sind. Einen Überblick über die Erfolge der verschiedenen Bestrahlungsverfahren gibt eine Arbeit von John aus der Freiburger Frauenklinik (Strahlentherapie 7, Heft 1), aus dessen tabellarischer Zusammenstellung ich folgende Zahlen anführe:

In der ersten Gruppe der „mit kleinen Dosen" bestrahlten Patientinnen berechnete sich der Erfolg folgendermaßen:

1. bei Myomen	Heilung	75,2%,
	Besserung	10,4%,
	Versager	4,5%;
2. bei Metropathien	Heilung	67,4%,
	Besserung	15,3%,
	Versager	3,5%;

bei den mit mittleren Dosen behandelten Fällen ergab sich:

1. bei Myomen	Heilung	84,3%,
	Besserung	9,3%,
	Versager	4,9%;
2. bei Metropathien	Heilung	79,2%,
	Besserung	14,3%,
	Versager	5,2%.

Die „Bestrahlung mit großen Dosen" erzielte die Resultate:

1. bei Myomen	Heilung	94,1%,
	Besserung	5,1%,
	Versager	0,8%;
2. bei Metropathien	Heilung	97,5%,
	Besserung	2,5%,
	Versager	0,0%.

Die an der Marburger Universitäts-Frauenklinik geübte Bestrahlungsweise, die Kirsteinsche Methode, hält gleich den oben genannten Autoren den Mittelweg zwischen den extremen Methoden ein. Während sie sich aber anfangs der Hamburger Richtung näherte, hat sie im Laufe der Zeit dadurch eine Änderung erfahren, daß seit dem Frühjahr 1914 eine etwas größere Strahlenmenge als bis dahin zur Behandlung verwendet wird. Dadurch dürfte die jetzige Methode völlig der mittleren Linie angehören. Diese Veränderung hat sich hauptsächlich aus äußeren Gründen als notwendig erwiesen, um nämlich schneller zum Ziele zu kommen. Dabei wird die Besorgnis, zuviel Strahlen zu verabreichen, keineswegs außer acht gelassen. Das Wesentliche in der Methode ist der Versuch, individuell vorzugehen, indem diejenigen Frauen, welche wenig Strahlen zur Amenorrhoe benötigen, auch nur geringe Strahlenmengen erhalten, während diejenigen Patientinnen mit großen Dosen behandelt werden, deren Blutungen sich nur durch solche beseitigen lassen. Erreichbar ist dieses angestrebte Ziel natürlich nur auf die Weise, daß man im Verlaufe der Behandlung sozusagen ausprobiert, welche Strahlenmenge

zur Erreichung der Amenorrhoe hinreicht. Ich komme unten nochmals darauf zurück.

Vom November 1912 bis Februar 1914 diente als Röntgenapparat der Blitzapparat der Veifa-Werke, der Veifa-Trockenröhren oder Müllersche Wasserkühlröhren vom Härtegrad 6—7 Benoist trieb. Die Röhrenbelastung betrug drei Milliampere, die Fokushautdistanz 22 cm. Bei leichter Beckenhochlagerung wurde die Haut mit einem Tubus komprimiert, der im Durchschnitt 7 cm groß und mit einem 3 mm dicken Aluminiumblech als Filter verschlossen war. In einer Sitzung wurden täglich drei Felder bestrahlt, eins in der Mitte, je eines rechts und links davon oberhalb der Symphyse. Zur Bezeichnung der Felder wurde eine Leinenbinde benutzt, auf die drei $7^1/_2$ cm im Durchmesser große Kreise gezeichnet sind. Die sehr praktische Binde wurde fest auf den Leib gelegt und durch Sandsäcke zu beiden Seiten beschwert, um zugleich eine anämisierende Spannung der Haut zu bewirken. Die aufgezeichneten Ringe entsprachen ihrer Lage nach den oben erwähnten Strahleneintrittspforten. Eine solche Eintrittspforte wurde in einer Sitzung durchschnittlich 2—3 Minuten lang mit zirka 5—8 X bestrahlt. Die Feststellung der Strahlenmenge, die Dosimetrie, wurde regelmäßig nach Kienböck, zeitweise nebenher nach Sabouraud-Noiré bzw. Holzknecht und Fürstenau vorgenommen. Einer dreitägigen Serienbestrahlung folgte dann jedesmal eine mindestens 14tägige Pause.

Nach dieser Methode wurden 41 Patientinnen behandelt, darunter 10 mit Myomen. Unter diesen 10 Fällen sind 8 als dauernd geheilt zu betrachten. Eine Patientin wurde nach 7jähriger Menopause zum Zwecke der Tumorverkleinerung von uns bestrahlt, was aber nicht gelang. Eine Patientin bekam ein Rezidiv, wurde aber nach nochmaliger Bestrahlung auch dauernd geheilt. Von 13 Metropathien wurden durch die Bestrahlung neun geheilt; bei drei trat ein Rezidiv auf. Eine blieb nach einmaliger Bestrahlung aus und ließ nichts mehr von sich hören. Außerdem wurden 15 seltene Fälle behandelt, darunter Dysmenorrhoen, Migräne, Struma, Osteomalazie, tuberkulöse Adnextumoren, Sarkome. Zwei davon wurden geheilt, zwei gebessert. Über das Befinden einer Patientin konnte ich keine Auskunft erhalten. Die Bestrahlung in allen diesen Fällen wurde anfangs mehr versuchsweise vorgenommen, um festzustellen, wie weit der Bereich der Röntgenstrahlen gegenüber Krankheitsprozessen überhaupt reicht. Die damalige Zeit rechtfertigte den Versuch, auch derartige Erkrankungen, wie z. B. eine Migräne, dem Röntgenlicht auszusetzen, weil ja anzunehmen ist, daß ein ovarieller Ursprung oder wenigstens Zusammenhang vorliegt. Der Mißerfolg zeigte jedoch sehr bald, daß wenigstens mit dem damaligen Instrumentarium und bei nicht intensiver Bestrahlung diesen Erkran-

kungen gegenüber die Röntgentherapie ziemlich machtlos war. (Mit späteren Apparaten haben wir z. B. Tuberkulosen doch erfolgreich angreifen können.) Geheilt wurde damals eine Migräne und eine Dysmenorrhoe dadurch, daß bei den beiden Patientinnen, die 43 bzw. 47 Jahre alt waren, die Periodenblutung zum Verschwinden gebracht wurde, worauf auch die dysmenorrhoischen bzw. die Migränebeschwerden beseitigt wurden. In drei Fällen ist der Versager der Röntgentherapie auf eine Fehldiagnose zurückzuführen. Im ersten Fall handelte es sich um eine vermeintliche Metropathie des Uterus. Diese Diagnose galt für so sicher, daß die Abrasio unterblieb. Die Patientin wurde von November 1912 bis März 1913 bestrahlt. Nach $4^1/_2$ monatiger Amenorrhoe stellten sich erneute Blutungen ein, so daß die Frau von Oktober 1913 bis März 1914 wieder bestrahlt wurde. Es kam zwar zu einer Abschwächung der vorhandenen Blutung, aber nicht zu einer Beseitigung, so daß man sich im Juli 1914 zur vaginalen Totalexstirpation entschloß. Es wurde ein Uterussarkom gefunden, an dessen Rezidiv die Patientin im Februar 1915 zugrunde ging. Die Abrasio probatoria ist seitdem nicht mehr unterlassen worden. Auch in dem zweiten Falle handelte es sich um eine Metropathia haemorrhagica. Die Frau wurde zwar zunächst erfolgreich behandelt (Amenorrhoe für 6 Monate), blutete aber dann erneut und stieß einen sarkomatös degenerierten myomatösen Uteruspolypen spontan aus. Im dritten Fall wurde ebenfalls die Diagnose auf Metropathie gestellt und die Patientin bestrahlt. Im Jahre vorher war bei ihr eine Mammaamputation wegen Karzinoms vorgenommen worden. In die Frauenklinik kam sie mit blutig-wässerigem Ausfluß und wurde daher wegen Verdacht auf Karzinom des Korpus sofort abradiert. Die mikroskopische Untersuchung ergab eine Endometritis glandularis cystica. Als auf eine dreimalige Bestrahlung mit insgesamt 1,5 E.-D. die Blutungen, wie zu erwarten war, nicht standen, wurde auf ausdrücklichen Wunsch der Patientin, welche an die Wirksamkeit der Röntgenstrahlen „nicht glauben wollte", die Strahlentherapie abgebrochen und die Frau operiert. Die Operation ergab einen einfachen myomatösen Uterus.

Eine Zusammenstellung dieser sogen. Anfangsfälle wird in Tabelle 1 (S. 9) gegeben.

Seit dem Frühjahr 1914 wurden zur Bestrahlung der Reformapparat der Veifa-Werke und der Apexapparat von Reiniger, Gebbert & Schall nebeneinander verwendet. In der letzten Zeit haben wir auch den Coolidgeröhrenbetrieb hier und da für die gutartigen Leiden benutzt, soweit seine Inanspruchnahme durch die Karzinombestrahlungen dieses zuließ. Eine Kritik der Apparatur soll aus naheliegenden Gründen hier unterlassen werden; man kann jedoch sagen, daß uns der Apexapparat schon deshalb

Tabelle 1.

Diagnose	Anzahl	Verlorene Fälle[1])	Bleibt für den Bericht	Heilung	Besserung	Versager	Exitus	Rezidiv
Myome	10	0	10	8		1		1
Metropathien	13	1	12	9				3
Seltene Fälle (s. oben) .	15	1	14	2	2	10		
Fehldiagnosen	3	0	3			1	2	

besonders wertvoll war, weil gleichzeitig zwei Patientinnen damit bestrahlt werden konnten. Schon oben erwähnte ich, daß mit Einführung der beiden neuen Apparate die Bestrahlungsmethode sich insofern änderte, als in 14tägigen Pausen je einmal bestrahlt wurde. Nahegelegt wurde diese Methode, weil die Patientinnen sich sehr ungern für die drei Tage der Serienbestrahlung in die Klinik aufnehmen lassen und schneller mit der gesamten Behandlung fertig werden wollten, während sie gegen eine häufigere Rückkehr in die Klinik zur einmaligen Bestrahlung im allgemeinen nichts einzuwenden hatten. Da die Mehrzahl unserer Patientinnen aus Marburgs Umgegend stammt, mußte darauf Rücksicht genommen werden. Abgesehen von dieser Änderung in der Anordnung der Bestrahlung, trat als wesentliche Neuerung eine jedesmal verabreichte höhere Strahlenmenge hinzu. Das konnte um so leichter geschehen, als die Patientinnen ja an einem Tage statt an drei aufeinander folgenden behandelt wurden. Über die Technik seit 1914 ist folgendes zu sagen: Nach wie vor waren Müllers Wasserkühlröhren, besonders die Rapid-Dura und Sicderöhren, in Betrieb, vom Härtegrad 9—10, gemessen nach dem Qualimeter von Heinz Bauer, bei einer unveränderten Belastung von 3 Milliampere. Die Expositionszeit für ein Feld wurde auf 6—8 Minuten erhöht, die Fokushautdistanz auf 19 cm verringert, während der Kompressionstubus mit 3-mm-Aluminiumfilter bestehen blieb. Über die Strahlenmenge wird in den tabellarischen Zusammenstellungen das Notwendigste gesagt werden.

Ich will zunächst in einer gesamten Übersicht (Tabelle 2, S. 10) die seit Februar 1914 behandelten Fälle anführen.

Einige nähere Ausführungen sollen die Fehldiagnosen, Rezidive und seltenen Fälle behandeln. Dann wird unser hauptsächliches Bestrahlungsgebiet, das der Myome und Metropathien, genauer besprochen werden.

[1]) Verlorene Fälle: aus der Behandlung fortgeblieben bzw. ohne Auskunft.

Tabelle 2.

Diagnose	Anzahl	Verlorene Fälle	Bleibt für den Bericht	Heilung	Besserung	Versager	Exitus	Rezidiv	Noch in Behandlung
Myome	49	2	47	43	1			3	
Metropathien . .	59	6	53	47	2	1		3	
Seltene Fälle . .	22		22	10		12			
Rezidive	10	3	7	5					
a) Myome . .	4	1	3	2					1
b) Metropathien	6	2	4	3				1[1]	
Fehldiagnosen . .	2		2			2			

Bei der ersten Fehldiagnose handelte es sich um einen Polypen, der im ersten Monat als Endometritis haem. bestrahlt, dann erkannt und abgedreht wurde, worauf die Blutung stand. Die zweite Fehldiagnose betraf ein Karzinom, das 3 Monate lang als Metropathia haem. bestrahlt wurde. Erst eine nochmalige gründliche Untersuchung des vor Beginn der Bestrahlung gewonnenen Abrasionsmaterials ergab kleinste Partikel medullären Karzinoms, eine Feststellung, die bei normal arbeitendem Friedenspersonal zweifellos rechtzeitig, nämlich bei der ersten Untersuchung gemacht worden wäre. Es wurde sofort zur Totalexstirpation per laparotomiam geschritten, durch welche die Patientin geheilt wurde und bis heute, nach $2^1/_2$ Jahren, noch geheilt ist.

Unter den 22 seltenen Fällen sind 10 Heilungen, über welche Tabelle 3 (S. 11) genauere Auskunft erteilt.

Es kann von den Fällen 1—4 natürlich nicht behauptet werden, daß die Heilung der teils sicher (1 u. 2), teils wahrscheinlich (3 u. 4) malignen Geschwülste der Röntgenbestrahlung zugeschrieben werden darf. Immerhin ist die Rezidivfreiheit, die bis jetzt also zum Teil schon Jahre besteht, auffallend und doch vielleicht nicht allein der Operation zu verdanken. Der Erfolg der Sterilisationen, die wir nur selten auszuführen brauchten (Fall 5—7), besteht bis heute, womit die Patientinnen, wie die Nachfrage ergab, zufrieden sind. Zu dem letzten Falle des Erysipels muß erklärend hinzugesetzt werden, daß es sich um ein besonders schweres Puerperalfieber handelte, dem sich, als Patientin schon sehr elend war, plötzlich ein ausgedehntes Erysipel zugesellte. Obwohl es bekannt war, daß die Röntgenbestrahlungen auf Bakterien im allgemeinen ohne Einfluß bleiben, haben wir doch in diesem Falle, der übrigens auch schon weit zurückliegt

[1]) Bei nochmaliger Bestrahlung geheilt.

Tabelle 3.

10 Heilungen der seltenen Fälle:

		Bestrahlt	Geheilt
I. Prophylaktische Bestrahlungen	1. Nach Totalexstirpation eines sarkomatösen Uterus am 19. V. 1916	von Juni 1916 bis September 1916	bis Oktober 1917
	2. Uteruskarzinom. Total exstirpiert am 5. VI. 1915	vom 12. II. 1915 bis 14. V. 1915	bis Oktober 1917
	3. Exstirpation doppelseitiger Ovarialpapillome am 22. XI. 1915	von November 1915 bis Juni 1916	bis Oktober 1917
	4. Exstirpation bei doppelseitigen Ovarialpapillomen am 26. III. 1915	von April 1915 bis Januar 1916	bis Oktober 1917
II. Sterilisationen	5. Nach Kolporhaphia duplex und Ventrifixur am 28. VI. 1916	von Juli 1916 bis Februar 1917	amenorrhoisch seit Februar 1917
	6. Wegen dekompensierten Herzfehlers	von November 1915 bis März 1916	amenorrhoisch seit März 1916
	7. Wegen Osteomalazie	von Mai 1916 bis Mai 1917	amenorrhoisch seit Februar 1917
III. Tuberkulosen	8. Tbc. peritonei	von Juli 1916 bis Januar 1917	geheilt und amenorrhoisch bis Sept. 1917
	9. Tbc. peritonei	von Februar 1916 bis März 1916 und von Mai 1917 bis Juni 1917	Geheilt bei normalen Menses bis Nov. 1917
IV. Erysipel	10. Parametritis exsudativa und Erysipel	vom 5. III. 1913 bis 7. III. 1913	Geheilt. Amenorrhoisch seit Frühjahr 1913

(1914), aus folgender Überlegung die Röntgentherapie versucht: Wir dachten mit dieser Bestrahlung eine Hautreizung im Sinne einer Leukozytose hervorzurufen und hofften damit, den sich in der Haut ausbreitenden Streptokokken wirksam begegnen zu können. Es stellt sich also diese Behandlung als ein klinischer Versuch dar, aus dessen vielleicht zufälligem Gelingen — das Erysipel heilte — keine weiteren Schlüsse gezogen werden sollen. Viel wesentlicher erscheint die Tatsache, daß diese 20jährige Patientin, die nur 2 E.-D. bekam, seit der Bestrahlung amenorrhoisch ist. Da sie, wie gesagt, noch lebt, sich sehr wohl fühlt und mit dem

Zustand ihrer Amenorrhoe einverstanden ist, auch kaum Ausfallserscheinungen zu haben scheint, habe ich den Fall den geheilten Fällen zugerechnet. Zu den ungeheilten seltenen Fällen sind wieder einige Versuchsbestrahlungen zu rechnen, die nicht den Eindruck machten, als ob mit der Röntgentherapie ein Erfolg erreicht worden wäre. Es handelte sich in dieser Gruppe um eine Struma, ein Bauchdeckenfibrom, eine Parametritis purulenta, zwei Basedowerkrankungen und eine Neurasthenie. Von den übrigen 6 ungeheilten Fällen waren 4 tuberkulöse Peritonitiden. Sämtliche 4 Patientinnen starben. Ein tuberkulöses Ulkus der Vulva führte gleichfalls zum Exitus, und eine Kranke mit Cystitis tuberculosa mußte ungebessert aus der Bestrahlung entlassen werden. Unsere Erfolge der Tuberkulose gegenüber sind also als ungünstig zu bezeichnen.

An Rezidiven wurden beobachtet aus der Anfangszeit (s. 1. Tabelle, S. 9) sowie aus den späteren Bestrahlungen seit Frühjahr 1914 (Tabelle 2, S. 10) 4 bei Myomen, 6 bei Metropathien, also insgesamt 10. Von diesen sind durch erneute Bestrahlung 5 geheilt. Die Behandlung einer Frau, die erst neuerdings zu uns kam, ist noch nicht abgeschlossen. Unter den 5 von ihren Genitalblutungen geheilten Patientinnen befand sich eine mit einem über kindskopfgroßen myomatösen Uterus, der ihr so viel Beschwerden verursachte, daß er nachträglich exstirpiert werden mußte. Durch die vorangegangenen Bestrahlungen hatte sich der Tumor nur wenig verkleinert, die Amenorrhoe aber war erzielt worden. Von den übriggebliebenen 4 Rezidiven scheiden 3 aus, weil die Kranken nicht wieder zu uns kamen. Die vierte Patientin hat zweimal ein Rezidiv erlebt, ist aber auch von dem zweiten Rezidiv durch Bestrahlung wieder befreit worden (Tabelle 4, S. 13).

Überblicken wir die Rezidive, welche in nachstehender Tabelle nochmals übersichtlich zusammengestellt sind, so ergibt sich einmal, daß nicht eine zu geringe primäre Strahlendosis an dem Zustandekommen des ersten Mißerfolges schuld sein kann, da bei den Myomen z. B. Fall 4 62,9 E.-D. erhielt, ohne geheilt zu werden, sodann, daß in der Mehrzahl der Fälle eine verhältnismäßig geringe Strahlenmenge genügt hat, die Heilung des Rezidivs herbeizuführen. Denn auch die dritte Patientin mit Metropathie hat im Verhältnis zu der sich sehr lang (399 Tage) hinziehenden Rezidivbehandlung keine große Strahlenmenge bekommen. Endlich aber, und das ist wohl das Wichtigste: soweit die Patientinnen wiederkamen, sind alle, im Falle 5 der Metropathien auch das zweite Rezidiv, durch die Strahlen von ihren Blutungen geheilt worden. Im Falle der diagnostischen Sicherheit wird deshalb ein Rezidiv von uns der Regel nach nicht operiert, sondern bestrahlt.

Nach der Besprechung der seltenen Fälle, Fehldiagnosen und Rezi-

Tabelle 4.

Rezidive.

		Erythemdosen der I. Bestrahlung	Alter	Erythemdosen der Rezidivbestrahlung	Dauer	Sitzungen	Erfolg
I. Myome	1.	4,7	42	3,4	29 Tage	6	geheilt { amenorrhoisch durch Bestrahlung, durch Operation vom Tumor
	2.	12,8	53	wird noch bestrahlt			
	3.	38,0	45	19,2	43 Tage	3	geheilt
	4.	62,9	48	nicht wieder bestrahlt			
II. Metropathien	1.	6,1	46	7,6	47 Tage	3	geheilt
	2.	6,5	47	5,4	23 Tage	2	geheilt
	3.	23,4	44	64,3	399 Tage	13	geheilt
	4.	16,2	52	nicht wieder bestrahlt			
	5.	8,4	38	14,2	49 Tage	4	Rezidiv
	6.	21,6	58	nicht wieder bestrahlt			

dive, komme ich jetzt zu den Hauptgruppen, die wir bestrahlten, den Myomen und Metropathien. Die Myome wurden, soweit sie die Behandlung nicht vorzeitig abbrachen, sämtlich geheilt. (Siehe jedoch die unter Rezidiven besprochene Ausnahme, aus der man einen endgültigen Mißerfolg unseres Behandlungsverfahrens nicht wird schließen können.) Bei einer Patientin, die nur gebessert, aber nicht amenorrhoisch wurde, haben sich normale Menses eingestellt, nachdem sie mit 25 E.-D. bestrahlt worden ist. Mit diesem Erfolg war Patientin vollkommen zufrieden, so daß man sie zu einer Fortsetzung der Behandlung nicht zu veranlassen vermochte. Die beiden Patientinnen, die ausgeblieben sind (zu denen noch das nicht wieder zur Behandlung gekommene Rezidiv, siehe obenstehende Tabelle, hinzukäme), haben mir auf meine Anfrage keine Auskunft zukommen lassen. Die Metropathien wurden bis auf einen Versager und zwei Besserungen gleichfalls sämtlich geheilt. Bei den beiden gebesserten Patientinnen handelte es sich um denselben Erfolg wie bei der gebesserten Myompatientin. Eine der beiden wurde oligomenorrhoisch, die zweite mit normalen Menses aus der Behandlung entlassen. Beide Patientinnen hatten mit 4,8 bzw. 9,4 E.-D. sehr wenig Röntgenstrahlen bekommen und wollten von einer weiteren Behandlung nichts wissen. Der einzige Versager unter unseren sämtlichen Myom- und Metropathiepatientinnen, den wir ohne Einschränkung so bezeich-

nen müssen, ist folgendermaßen zu erklären: Es handelte sich um eine 46jährige Patientin mit Herzfehler, die leider nicht pünktlich zur Behandlung erschien und deren Blutungen uns nach vier Bestrahlungssitzungen mit insgesamt 14 E.-D. veranlaßten, die sofort und absolut sicher wirkende operative Beseitigung der Blutungen der vielleicht noch längere Zeit dauernden Röntgenbehandlung vorzuziehen. Auch eine in kurzer Zeit vielleicht die Amenorrhoe verbürgende Intensivbestrahlung wurde aus Rücksichtnahme auf das Vitium cordis abgelehnt.

In den folgenden beiden Tabellen 5 u. 6 sind die Myom- und Metropathiepatientinnen ihrem Alter nacn geordnet, um möglicherweise festzustellen, ob zur Erzielung der Amenorrhoe wesentlich verschiedene Strahlenmengen nötig waren.

Tabelle 5.

Myome. 59.

Altersgrenze	Anzahl	Erythemdosen	Zeitdauer	Erfolg						
				geh.	geb.	Vers.	Exitus	Rez.	o. A.	ausgeblieben
36–40	5	13,2—116,4	56—144	5						
41-45	22	2,4—137,4	1—182	17	1			2	2	2
46—50	26	5—164,4	15—305	25				1		
51—55	6	3,8—56,7	19—131	4		1[1]		1		

Tabelle 6.

Metropathien. 72.

Altersgrenze	Anzahl	Erythemdosen	Zeitdauer	Erfolg						
				geh.	geb.	Vers.	Exitus	Rez.	o. A.	ausgeblieben
30–35	3	0,5—136,0	3—154	1	1					1
36–40	7	2,4—154	1—237	3	1			1	2	2
41—45	15	1,8—92,4	1—193	13				1	1	1
46—50	34	2,3—99,0	1—176	29		1		2	2	2
51—55	10	2,8—42,0	1—88	8				1	1	1
56—60	2	8,8—21,6	39—57	1				1		
64	1	4,2	1	1						

Man erkennt jedoch bei den 59 Myomen nur, was bekannt ist, daß die älteren Frauen von 51—55 Jahren schon mit recht geringer Strahlenmenge amenorrhoisch gemacht werden konnten. Bei den anderen Pa-

[1]) Tumorverkleinerung.

tientinnen im 4. und 5. Lebensjahrzehnt bedurfte es dazu u. U. recht hoher Strahlenmengen, während in einigen Fällen dieses Lebensalters der Zweck schon mit geringen Dosen erreicht wurde. Die gleiche Beobachtung haben wir, wie aus der Tabelle der 72 Metropathien hervorgeht, bei den mit diesem Leiden behafteten Frauen gemacht, die das 50. Lebensjahr erreicht hatten. Hier fällt aber ferner auf, daß schon vom 41.—50. Jahre weniger Strahlen zur Erreichung des Erfolges nötig waren, während, wie ja zu erwarten war, die kräftigsten Bestrahlungen im 30. und 40. Jahre vorgekommen sind. Freilich sind die Unterschiede in den E.-D. überhaupt außerordentlich groß. Sie schwanken z. B. in der zweiten Myomgruppe zwischen 2,4 und 137,4. Auch die Differenzen zwischen den zur Bestrahlung nötigen Zeiträumen sind zum Teil ganz erheblich. Man könnte überhaupt in der langen Zeitdauer, die bisweilen zum Eintritt der Amenorrhoe verstrich, einen großen Nachteil der Methode sehen, wenn man übersieht, daß mit der Angabe der Zeitdauer die Anzahl der Sitzungen nicht angegeben ist. Wir haben nämlich bei den Myomen bis zu 100 E.-D. in höchstens 13 Sitzungen gegeben und bei den Metropathien die gleiche Strahlenmenge in höchstens 17 Sitzungen. Eine über 100 E.-D. betragende Strahlenmenge — bei Myomen nur in 4, bei Metropathien in nur 2 Fällen verabreicht — erforderte je einmal bei einem Myom und einer Metropathie 24 Sitzungen. In diesen beiden extremen Fällen kommt aber die hohe Zahl der Einzelsitzungen zustande durch die Serienbestrahlungen aus der Anfangszeit bis zum Frühjahr 1914.

Ein nicht unwesentlicher Unterschied zwischen der Myom und Metropathietabelle zeigt sich endlich darin, daß die Myome im allgemeinen mehr Strahlen bis zur Heilung gebrauchen als die Metropathien, ein Unterschied, der sich vielleicht durch die ungünstige Lage der Ovarien erklären läßt. Denn es ist selbstverständlich, daß hinter einem mehr oder weniger großen Myom weniger Strahlen übrig bleiben als hinter den normalen Bauchdecken einschließlich eines metropathisch vergrößerten Uterus. Auch dürfte die Tiefenlage der Ovarien, die nach Höhne und Linzenmeier in 6 cm Tiefe unter den Bauchdecken zu suchen sind, durch Myome am leichtesten eine Vergrößerung erfahren. Die Tatsache, daß die meisten Bestrahlungsfälle beider Erkrankungsformen zwischen 41. und 45. Lebensjahr liegen, ist natürlich zum großen Teile auf die Indikationsstellung, schließlich aber auch auf die Häufigkeit beider Krankheiten gerade im 5. Lebensjahrzehnt zurückzuführen. Bis zum 40. Jahre versuchen wir, wie jeder andere Röntgentherapeut, den Frauen durch konservative Myomoperation die Fruchtbarkeit möglichst zu erhalten. In späteren Jahren sind eben nur noch Fälle mit verspäteter Klimax behandlungsbedürftig. In diese Kategorie fielen 4 Myome, 10 Metropathien. Auf eine

andere Wirkung als auf die der Blutungsbeseitigung pflegen wir bei der Röntgentherapie nicht zu rechnen, am allerwenigsten auf die Tumorverkleinerung, von der wir während der Bestrahlungen längst nicht so viel gesehen haben wie andere Autoren. Eine Nachuntersuchung über diesen Punkt ist, wie schon eingangs erwähnt, leider nicht möglich gewesen. Der genauen Übersicht wegen sollen in zwei weiteren Tabellen (7 u. 8, S. 16—19) die bestrahlten Myome und Metropathien einzeln kurz aufgeführt werden.

Tabelle 7.

Myome.

Anzahl	Letzte Bestrahlung	Letzte Blutung	Erythemdosis	Geheilt oder Rezidiv?	Alter
1.	4. XII. 1912	Anfang Nov. 1912	5,1	geh.	53
2.	4. XII. 1912	Dez. 1912	4,7	Rez.	42
3.	12. III. 1913	Jan. 1913	5,6	geh.	53
4.	16. VII. 1913	Juni 1913	6,5	geh.	48
5.	18. XI. 1913	18.—20. X. 1913	11,7	geh.	44
6.	15. IX. 1913	10. X. 1913	4,3	geh.	45
7.	25. X. 1913	1904	3,8	nicht geheilt	54
8.	20. III. 1914	5. I. 1914	18,3	geh.	44
9.	7. II. 1914	1.—4. X. 1913	11,8	geh.	49
10.	18. III. 1914	27. I. 1914	13,5	geh.	43
11.	9. VI. 1914	18. IV. 1914	25,1	geh.	40
12.	17. IV. 1914	16.—22. I. 1914	12,1	geh.	47
13.	8. V. 1914	11.—13. III. 1914	23,75	geh.	49
14.	8. VI. 1914	2. V. 1914	13,8	geh.	44
15.	22. VII. 1914	10. IV. 1914 (stärker als sonst)	15,4	geh.	49
16.	27. VIII. 1914	Juni 1914	21,4	geh.	43
17.	29. VII. 1914	16. VI. 1914	19,6	geh.	48
18.	3. VIII. 1914	Juli 1914	9,6	geh.	48
19.	24. VII. 1914	8. V. 1914	12,8	Rez., amenorrhoisch b. Mai 16	53
20.	18. VII. 1914	11. VII. 1914	13,2	geh.	37
21.	25. VII. 1914	24. VI. 1914	11,0	geh.	46
22.	27. VII. 1914 (1 X)	?	2,4	ausgeblieb. o. A.	41
23.	29. IX. 1914	5. IX. 1914	5,0	geh.	50
24.	16. III. 1915	Febr. 1915	16,4	geh.	45
25.	19. IV. 1915	Anfang Dez. 1914	38,0	Rez.	45
26.	8. II. 1915	normale Menses alle 3—4 Wochen	25,2	gebessert	42
27.	22. IV. 1915	14. III. 1915	54,5	geh.	38
28.	18. V. 1915	Anfang April 1915	42,3	geh.	45

Anzahl	Letzte Bestrahlung	Letzte Blutung	Erythemdosis	Geheilt oder Rezidiv?	Alter
29.	28. VII. 1915	28. IV. 1915	97,3	geh.	41
30.	10. IX. 1915	18. VI. 1915	136,1	geh.	42
31.	14. IX. 1915	Ende Mai 1915	62,9	Rez.	48
32.	17. VII. 1915	Anfang Mai 1915	60,3	geh.	46
33.	11. IX. 1915	20. VI. 1915	59,1	geh.	49
34.	4. X. 1915	Mitte Juli 1915	75,4	geh.	49
35.	14. X. 1915	9. X. 1915	26,8	geh.	48
36.	14. I. 1916	Mitte Okt. 1915	64,2	geh.	48
37.	18. II. 1916	Dez. 1915	137,4	geh.	45
38.	14. XI. 1916	August 1916	164,4	geh.	46
39.	3. VI. 1916	April 1916	60,2	geh.	45
40.	30. V. 1916	März 1916	51,9	geh.	50
41.	5. VII. 1916	Mitte April 1916	67,5	geh.	49
42.	18. V. 1916	Ende April 1916	42,0	geh.	52
43.	25. VII. 1916	Ende März 1916	70,6	geh.	46
44.	1. VIII. 1916	Mai 1916	76,2	geh.	45
45.	11. VII. 1916	Mai 1916	42,6	geh.	48
46.	27. IX. 1916	Mai 1916	64,3	geh.	42
47.	18. IX. 1916	Juli 1916	71,2	geh.	47
48.	8. XI. 1916	August 1916	56,7	geh.	52
49.	29. IX. 1916	27. VI. 1916	41,9	geh.	50
50.	15. IX. 1916	Okt. 1916	28,2	geh.	47
51.	3. I. 1917	Sept. 1916	55,2	geh.	39
52.	5. X. 1916 (1 X)	?	3,6	ausgeblieb. o. A.	44
53.	6. XII. 1916	Nov. 1916	37,8	geh.	41
54.	27. II. 1917	Mitte Dez. 1916	54,0	geh.	42
55.	13. I. 1917	Jan. 1917	38,4	geh.	49
56.	16. IV. 1917	12. I. 1917	67,2	geh.	44
57.	10. V. 1917	5.—10. III. 1917	116,4	geh.	36
58.	2. VIII. 1916	Mai 1916	98,5	geh.	50
59.	4. IV. 1917	2. III. 1917	72,0	geh.	48

Tabelle 8.

Metropathien.

Anzahl	Letzte Bestrahlung	Letzte Blutung	Erythemdosis	Geheilt oder Rezidiv?	Alter
1.	16. V. 1913	April 1913	11,9	geh.	49
2.	13. II. 1913	?	2,3 (3. Sitz.)	k. A., ausgeblieben	46
3.	21. II. 1913	?	2,4 (3. Sitz.)	k. A., ausgeblieben	40

Anzahl	Letzte Bestrahlung	Letzte Blutung	Erythemdosis	Geheilt oder Rezidiv?	Alter
4.	29. III. 1913	jetzt norm. Menses	4,8	gebessert	36
5.	7. VI. 1913	Dez. 1913	6,4	geh.	46
6.	2. VII. 1913	2. VII. 1913	6,1	Rez.	46
7.	8. X. 1913	29.—31. VIII. 1913	6,5	Rez.	47
8.	22. X. 1913	17.—20. IX. 1913	7,5	geh.	51
9.	15. X. 1913	4. IX. 1913	8,1	geh.	49
10.	15. VII. 1913	blutet alle 14 Tage	0,5 (3. Sitz.)	ausgeblieben	35
11.	17. II. 1914	Anfang Jan. 1914	17,5	geh.	43
12.	9. VI. 1914	Febr. 1914	23,4	Rez.	44
13.	17. I. 1914	Dez. 1913	6,5	geh.	46
14.	23. IV. 1914	4.—14. III. 1914	17,5	geh.	43
15.	22. VI. 1914	Ende März 1914	18,55	geh.	44
16.	22. IV. 1914	30. IV. 1914	8,0	geh.	48
17.	6. XI. 1914	Nov. 1914	25,7	geh.	46
18.	31. VII. 1914	Mitte Mai 1914	13,6	geh.	46
19.	9. VII. 1914	Ende Juni 1914	16,2	Rez.	52
20.	9. V. 1914	Mai 1914	8,2	geh.	41
21.	8. IX. 1914	26. V. 1914	20,4	geh.	43
22.	3. VI. 1914	Ende April 1914	8,6	geh.	50
23.	7. X. 1914	Ende Mai 1914	17,6	geh.	49
24.	18. VII. 1914	Regel alle 3—4 Mon.	9,4	gebessert	30
25.	14. VII. 1914 (1 X)	?	2,4	k. A., ausgeblieb.	49
26.	18. VII. 1914 (1 X)	vor der Bestrahlg.	2,4	geh.	40
27.	23. IX. 1914 (3 X)	1. IX. 1914	8,4	Rez.	38
28.	11. I. 1915	Jan. 1915	8,8	geh.	56
29.	19. XII. 1914	Dez. 1914	2,8	geh.	55
30.	23. IV. 1915	24. XI. 1915	54,4	geh.	43
31.	24. VIII. 1915	Anfang Juni 1915	82,1	geh.	42
32.	25. X. 1915	Mai 1915	62,2	geh.	48
33.	6. V. 1915	?	27,8	ausgeblieb. o. A.	39[1])
34.	8. III. 1915 (1 X)	?	1,8	ausgeblieb. o. A.	45
35.	3. XI. 1915	August 1915	154,1	• geh.	38
36.	28. IX. 1916	Mai 1916	136,0	geh.	35
37.	27. VII. 1915	April 1915	92,4	geh.	45
38.	16. VI. 1915	2. IV. 1915	36,0	geh.	49
39.	1. IV. 1915	April 1915	13,7	geh.	47
40.	24. IV. 1915	April 1915	17,8	geh.	50
41.	24. VI. 1915	24. IV. 1915	40,0	geh.	48
42.	13. II. 1915		14,7	Versager	46[2])
43.	28. VI. 1915	15. IV. 1915	34,1	geh.	48

[1]) Psychose.

[2]) Operative Totalexstirpation wegen starker Blutungen.

Anzahl	Letzte Bestrahlung	Letzte Blutung	Erythemdosis	Geheilt oder Rezidiv?	Alter
44.	15. VI. 1915	Ende Juli 1915	31,3	geh.	41
45.	18. IX. 1915	8. VI. 1915	35,7	geh.	47
46.	20. X. 1915	5. VIII. 1915	49,8	geh.	46
47.	6. VIII. 1915 (2 X)	?	13,2	ausgeblieb. o. A.	51
48.	28. IX. 1915	2. VIII. 1915	24,8	geh.	50
49.	10. X. 1915	Mitte Sept. 1915	47,7	geh.	42
50.	21. X. 1915	11. VIII. 1915	27,1	geh.	53
51.	8. III. 1916	Anfang Dez. 1915	70,1	geh.	39
52.	14. III. 1916	Jan. 1916	99,7	geh.	49
53.	25. I. 1916	28. X. 1915	39,5	geh.	51
54.	17. I. 1916	4. XI. 1915	61,2	geh.	43
55.	9. XI. 1915 (1 X)	Nov. 1915	4,2	geh.	64
56.	11. I. 1916	Jan. 1916	21,6	Rez.	58
57.	23. II. 1916	Ende Nov. 1915	23,7	geh.	48
58.	3. V. 1916	Mai 1916	74,5	geh.	43
59.	4. V. 1916	Febr. 1916	65,5	geh.	50
60.	19. VII. 1916	Juni 1916	61,8	geh.	50
61.	6. IX. 1916	22. VI. 1916	63,2	geh.	43
62.	22. IV. 1916	März 1916	9,6	geh.	52
63.	24. VII. 1916	Juli 1916	30,0	geh.	47
64.	18. IX. 1916	Okt. 1916	60,3	geh.	47
65.	10. VIII. 1916	Anfang März 1916	30,0	geh.	55
66.	9. VIII. 1916	August 1916	9,0	geh.	52
67.	2. XI. 1916	Nov. 1916	31,2	geh.	48
68.	28. XII. 1916	Nov. 1916	44,8	geh.	47
69.	4. I. 1917	17. X. 1916	42,0	geh.	52
70.	12. XII. 1916	Nov. 1916	21,6	geh.	47
71.	17. III. 1917	Jan. 1917	68,0	geh.	49
72.	1. V. 1917	Febr. 1917	85,2	geh.	49

Aus diesen Tabellen lassen sich folgende Fragen beantworten:

1. Welche Menge an E.-D. führte zur Heilung? (Wobei durch die letzte Rubrik auch ein Vergleich mit dem jeweiligen Alter möglich ist.)

2. Trat die letzte Blutung bei den Geheilten vor oder nach Abschluß der Behandlung ein?

3. Seit welcher Zeit sind die Patientinnen geheilt, von denen wir jetzt über die eingetretene Heilung Nachricht erhalten haben?

Wenn man die gesamte Strahlenmenge auf den Durchschnittswert ausrechnet, so findet man, daß zur Heilung der Myome 46,2, zur Heilung der Metropathien 38,3 E.-D. notwendig waren. Damit mache ich die gleiche Feststellung wie oben bei dem Vergleich der beiden nach dem Alter der Patientinnen gesonderten Tabellen. Ganz wesentlich ist aber bei

den Myomen der Unterschied zwischen den geheilten „Anfangsfällen" und den seit Frühjahr 1914 bestrahlten Muskelgeschwülsten. Die in der ersten Zeit mit den Serienbestrahlungen geheilten 8 Myome haben 8,4 E.-D. im Mittel bekommen, während die später bestrahlten Frauen mit 53,2 E.-D. die Beschleunigung ihrer Heilung erkaufen mußten, woraus zu ersehen ist, daß unsere Absicht, mit möglichst wenig Strahlen auszukommen, am meisten durch die verlangte Beschleunigung der Behandlung beeinträchtigt wurde. Die gleiche Beobachtung, daß zu einer Heilung in kürzerer Zeit eine größere Strahlenmenge nötig ist, hat ja auch bekanntlich die Freiburger Klinik zu ihrer Intensivbestrahlung geführt, welche zu bis dahin unerhört hohen Strahlenmengen, verabreicht in möglichst wenig Sitzungen, führte (1. Sonderband zur Strahlentherapie). Auch Albers-Schönberg hat sich aus diesem Grunde entschlossen, ein beschleunigtes Tempo seiner Bestrahlungen einzuführen.

Wir sehen nach wie vor in der Bestrahlungsmethode, welche je nach dem Erfolge die Strahlenmenge abschätzt, den hauptsächlichsten Vorzug unserer bisherigen Bestrahlungsweise, welche eben darauf hinausgeht. in den leicht beeinflußbaren Fällen wenig, in den schwer heilbaren Fällen entsprechend mehr E.-D. zu verabfolgen, wie seinerzeit Kirstein in den Fortschr. d. Röntg. 22, S. 62 angab. Freilich ist es von vornherein nicht möglich, diejenigen Fälle, welche eine große Strahlenmenge brauchen, zu erkennen. Infolgedessen muß man sozusagen tastend von Bestrahlung zu Bestrahlung vorgehen, um die Grenze der zur Amenorrhoe notwendigen um höchstens 1—2 „prophylaktische" Bestrahlungen zu überschreiten. Auf diese Weise wird aber vermieden, daß z. B. eine Patientin, welche mit 2 E.-D. zu heilen ist, 100 E.-D. bekommt. Ein natürlich hinkender Vergleich läßt sich vielleicht hier mit einer Chloroformnarkose treffen, bei welcher dem zu operierenden Menschen eben gerade nur so viel Mengen des Narkotikums einverleibt werden, wie zur ungestörten Durchführung der Operation notwendig sind. Es wäre falsch, eine möglichst große Chloroformmenge, wie sie der Mensch eben gerade verträgt, zu benutzen, anstatt zu versuchen, mit der eben ausreichenden Menge auszukommen. In der gleichen Weise beurteilen wir die immerhin hier und da vorkommenden Strahlenschädigungen als so wichtiger Natur — zumal unsere Therapie ihnen gegenüber so gut wie versagt —, daß wir uns in dem bekannten obersten Heilgrundsatze „Nil nocere" nicht übertreffen lassen möchten. Mit dieser Methode wird lediglich eine längere Behandlungsdauer in Kauf genommen, sowie eine gewisse geringe Anzahl von Rezidiven, die aber durch erneute Behandlung sicher heilbar sind. Um nun zu zeigen, mit welch geringer Strahlenmenge man diesem Verfahren gemäß auskommen kann, teile ich folgende Zusammenstellung mit, aus

der hervorgeht, daß die Hälfte der geheilten und gebesserten Myome bis zu 40 und die Hälfte der geheilten und gebesserten Metropathien bis zu 30 E.-D. benötigten, also Strahlenmengen bekamen, die hinter denen der Intensivbestrahlung weit zurückblieben (Tabelle 9).

Tabelle 9.

Anzahl der Erythemdosen.

a) Myome 51 primär geheilt, 1 gebessert				b) Metropathien 56 primär geheilt, 2 gebessert			
Erythemdosen	Anzahl der Fälle	Erythemdosen	Anzahl der Fälle	Erythemdosen	Anzahl der Fälle	Erythemdosen	Anzahl der Fälle
1—10	6	61—70	5	1—10	15	61—70	6
11—20	11	71—80	4	11—20	9	71—80	2
21—30	6	81—90	0	21—30	7	81—90	2
31—40	2	91—100	2	31—40	7	91—100	2
41—50	4	über 100	4	41—50	4	über 100	2
51—60	8			51—60	2		

Besonders auffallend ist die große Anzahl von 15 Metropathiefällen, welche höchstens bis 10 E.-D. bekam, bis die Amenorrhoe eintrat, eine Menge, die natürlich auch in einigen wenigen Sitzungen, zum Teil in einer Sitzung schon verabreicht werden konnte. Es ergibt sich hier wiederum die leichtere Heilbarkeit der Metropathien im Vergleich zu der der Myome, eine schon zweimal weiter oben gemachte Feststellung.

Hin und wieder, nämlich bei drei Metropathien und bei einem Myomfall, sind nach dem Bestrahlungsabschluß noch Blutungen aufgetreten, und trotzdem wurde die Patientin geheilt. Öfter kam es auch vor, daß gegen unseren Willen mit dem Aufhören der Blutungen auch die Bestrahlungsbehandlung abgebrochen wurde. Beide Arten von Fällen erklären sich ohne weiteres folgendermaßen: Die Patientinnen waren zum Teil mit der Blutungsverringerung, zum Teil mit dem Aufhören der Blutungen so zufrieden, daß sie zu weiteren Bestrahlungen nicht erschienen, so daß die meist von uns ausgeführten 1—2 „prophylaktischen" Bestrahlungen von selbst ausfielen. Wie die jetzige Nachfrage ergeben hat, ist dann aber doch noch, wie gesagt, bei einer myom- und bei drei metropathiekranken Frauen die Heilung nachträglich eingetreten. Aus dieser Tatsache ersehen wir einerseits, daß die verabreichten Strahlenmengen in vielen Fällen gewiß noch hätten geringer sein können, da die Wirkung der Röntgenstrahlen eben erst spät aufzutreten pflegt. Andererseits finden wir hier in der „Selbständigkeit" unserer Patientinnen eine Erklärung für das Vorkommen der oben sehr genau erörterten Rezidive. Wir halten

daher nach wie vor an der Fortsetzung der Bestrahlung über die eingetretene Amenorrhoe hinaus fest. Um ferner einen Vergleich zwischen den Strahlenmengen zu ermöglichen, welche für die jeweils verschiedenen Altersklassen bis zur Amenorrhoe nötig waren, habe ich die geheilten Myom- und Metropathiekranken in Tabelle 10 gebracht, aus der z. B. hervorgeht, daß von 5 geheilten Myomen im Alter von 36—40 Jahren eine bis zu 20, eine bis zu 30, zwei bis zu 60 und eine über 100 E.-D. bis zum Ausbleiben der Blutungen brauchte.

Tabelle 10.

	Altersgruppen	Erythemdosis bis										
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	über 100
Myome	30—35											
	36—40		1	1			2					1
	41—45	1	5	1	1	1	2	2	1		1	2
	46—50	3	5	3	1	2	2	5	2		1	1
	51—55	2				1	1					
	56—60											
Metropathien	30—35											1
	36—40	1						1				1
	41—45	1	4		1	1	1	2	1	1	1	
	46—50	5	5	5	5	2	1	4		1	1	
	51—55	4		2	1	1						
	56—60	1										
	über 60	1										

Die Zahlen bedeuten: Anzahl der primär geheilten Fälle.

Bei aufmerksamer Betrachtung der beiden Tabellen fällt besonders bei der Metropathietabelle deutlich auf, daß die jüngsten Patientinnen die größte, die ältesten die geringste Strahlenmenge zur Amenorrhoe nötig hatten. Nicht ganz so deutlich, aber immerhin erkennbar ist die gleiche Tatsache aus der Myomtabelle. Auffallend ist, daß unter den Patientinnen der mittleren Jahre von 41—50 zwar die meisten mit verhältnismäßig wenig E.-D. ausgekommen sind, worauf ja schon oben hingewiesen wurde, sich aber andererseits einige wenige darunter mit sehr großen Strahlenmengen finden. Daß die Gruppe von 30—35 Jahren bei den Myomen ganz ausfällt und bei den Metropathien nur einen Fall aufweist, hat seinen Grund in unserer Indikationsstellung, welche Frauen unter 35 Jahren der Regel nach von der Röntgenbehandlung ausschließt. Die Berechtigung für diese Indikationsstellung liegt eben in der gleichfalls aus diesen beiden Tabellen hervorgehenden Schwierigkeit, jüngere

Frauen amenorrhoisch zu machen. Gewöhnlich gelingt es erst mit großen Strahlenmengen. Daß Ausnahmen vorkommen, und zwar durchaus unerwartet und unbeabsichtigt, wurde ja schon oben erwähnt. Eine 20-jährige Patientin war durch 2 E.-D. amenorrhoisch geworden.

Die kurze Tabelle 11 soll mitteilen, wie lange die von uns erzielte Amenorrhoe bei den einzelnen Patientinnen schon angehalten hat.

Tabelle 11.

	Primär geheilt seit						
	1912	1913	1914	1915	1916	Mai 1917	Gesamtzahl
Myome	1	5	13	11	17	4	51
Metropathien	0	5	12	22	15	2	56

Ich habe die Rundfrage an die Patientinnen im Oktober und November 1917 abgeschickt, und zwar nur an diejenigen Frauen, deren Behandlung bis zum 10. Mai 1917 bereits abgeschlossen war. Denn wir glauben, von einer wirklich eingetretenen Heilung mit einiger Berechtigung nur reden zu können nach einem Zeitraum von einem halben Jahr zwischen der letzten Bestrahlung und der Nachfrage und sind überzeugt, daß event. „Nachheilungen" (d. h. Eintritt der Amenorrhoe erst nach Abschluß der Strahlenbehandlung) in dieser Zeit eingetreten sein könnten. Wenn wir, um von einer endgültigen Heilung reden zu können, nur die von 1912—1915 bestrahlten Fälle, deren letzter Blutungstag also einunddreiviertel Jahr mindestens zurückliegt, betrachten, können wir folgendes Urteil fällen: Von den amenorrhoisch gewordenen 51 Myompatientinnen sind 30, d. h. 59%, und von den 56 Metropathiepatientinnen 39, d. i. 69 % der geheilten Fälle, schon seit nahezu 2 Jahren blutungsfrei. Diese Zeit genügt zweifellos, um von einem endgültigen Resultat zu sprechen. Nehmen wir diejenigen Fälle, die bis zum 31. XII. 1916 zum letzten Male geblutet haben, dazu, so kommen wir auf 92% Dauerheilungen bei den Myompatientinnen, auf 95% bei den Metropathiepatientinnen. Die bis zum 1. Mai 1917 hinzukommenden vier Myome und zwei Metropathien halten wir unserer oben ausgesprochenen Erfahrung gemäß auch für endgültig geheilt. Aus den beiden Tabellen, in denen die letzte Bestrahlung, die letzte Blutung und die Strahlenmenge angegeben wurde, erkennt man, daß das Heilungsresultat im Laufe der Zeit mit immer größerer Sicherheit eingetreten ist. Die letzten 28 Myome wurden alle geheilt, mit Ausnahme einer Patientin, welche aus der Behandlung fortblieb; mit anderen Worten: die etwa von Mitte 1915 an bis jetzt vollständig behan-

delten Fälle wurden alle primär geheilt. Das gleiche gilt für die letzten 16 Metropathien, d. h. für alle diejenigen Frauen, die seit Anfang 1916 bestrahlt worden sind.

An direkten Strahlenschädigungen, an Erythemen, wurden beobachtet 5 ersten Grades, 3 zweiten Grades. Ein echtes Röntgenulkus, ein Erythem dritten Grades, ist erfreulicherweise nicht vorgekommen. Es ist nicht gänzlich ausgeschlossen, daß die Anzahl von fünf Erythemen ersten Grades etwas zu niedrig gegriffen ist, da diese geringgradigen Erytheme bisweilen so schnell wieder abheilen, daß schon nach 3—4 Wochen nicht mehr als eine leichte Bräunung zurückbleibt. Da andererseits die gleichen Bräunungen als Hautpigmentierung im Anschluß an die Bestrahlung auch ohne vorheriges Erythem häufig auftreten, kann man aus dem Befund solcher Pigmentflecke keinen Schluß ziehen auf eine durchgemachte Röntgendermatitis. Dazu sind die regelmäßig behandelten Patientinnen doch 14tägig von uns beobachtet worden, so daß, wenn die Anzahl der fünf Erytheme eine von mir nicht mehr feststellbare Erhöhung erfahren müßte, diese jedenfalls ganz gering ausfallen würde. Die Röntgendermatitis zweiten Grades wurde zunächst beobachtet bei einer Patientin, die eines Sarkomrezidives wegen ohne Rücksichtnahme auf die Haut vom 20. X. bis 7. XI. 1914 alle 4 Tage sehr ausgiebig behandelt und schließlich vom 23. XI. bis 27. XI. 1914 erneut sehr nachhaltig bestrahlt wurde, und zwar in der letzten Bestrahlungsserie mit 17,8 E.-D., verteilt auf vier Felder. Nur die Haut eines einzigen Feldes erkrankte in der angegebenen Weise, und zwar handelte es sich, wie man es bei der Pigmentierung oft erlebt, um eines der Außenfelder, an welchem die Wölbung des Leibes bewirkt, daß die Strahlen trotz starker Röhrenneigung doch nicht vollkommen senkrecht hindurchtreten. Eine zweite Patientin, die noch in die Anfangszeit gehört, trug nach einer verhältnismäßig harmlosen Bestrahlung von 17 X auf insgesamt zwei Felder ein Erythem zweiten Grades davon. Wenn es sich nicht um eine der nach wie vor fraglichen Idiosynkrasien den Röntgenstrahlen gegenüber handelte, was ich nicht annehme, so bleibt nur ein Fehler in der Technik der Filterung oder der Kienböckschen Messung zur Erklärung übrig, zumal ja in der Anfangszeit mit derartigen Fehlern gerechnet werden durfte. Ich möchte bei der Berührung der Idiosynkrasiefrage an den Fall von Krause erinnern (Ztschr. f. Röntg.- u. Radiumf. 13, H. 7), bei dem nach $^1/_3$ Erythemdosen eine Verbrennung zweiten Grades auftrat. Krause sagt selbst, daß dieses Vorkommen enorm selten sei. Auch Zehden (Berl. kl. Woch. 1910, S. 16) berichtet über 18000 Fälle ohne eine einzige Strahlenidiosynkrasie. Ehe wir daher in unserem Falle von Idiosynkrasie gegen Röntgenstrahlen reden, wollen wir den Fehler auf die Unvollkom-

menheit der Dosimetrie, ein sehr heikles Kapitel in der Röntgentherapie, zurückführen. Bei der dritten Patientin mit dem Röntgenerythem zweiten Grades war richtig dosiert worden, gemessen nach Fürstenau und Holzknecht. Nach der letzten Bestrahlung am 11. V. 1914 bekamen wir kurze Zeit darauf die Nachricht, daß ein nässendes Erythem auf der Bauchhaut aufgetreten wäre. Als die Patientin am 22. VI. 1914 wieder zur Bestrahlung kam, fand man nur noch die Narbe der Verbrennung, welche ihre Genese unzweideutig aufklärte. Die Verbrennung war dadurch zustande gekommen, daß sich zwei Felder an ihren Rändern gedeckt hatten. Zwei weitere Narben saßen genau an den beiden Stellen, denen die Fürstenausche Selenkammer aufgelegen hatte, so daß man einer von ihr ausgehenden Sekundärstrahlung die Schuld am Zustandekommen des Erythems zuschieben muß. Freilich wurde bei sonstigen Messungen nach Fürstenau eine derartige Sekundärstrahlenwirkung nie wieder beobachtet. Es entsprach aber hier die Verbrennungsstelle so auffallend der Form und Lage der Selenzelle, auch war die benachbarte Hautpartie, die in gleicher Weise von den Röntgenstrahlen betroffen war, so vollkommen intakt, daß eine andere Erklärung für die Dermatitis zweiten Grades kaum übrig bleibt.

Die sehr häufige Beobachtung von Übelkeit und Erbrechen nach der Bestrahlung, die neuerdings ihre Aufklärung durch Reusch (Mün. med. Woch. 1917, Nr. 14) in dem Sinne erfahren hat, daß das sehr stark giftige, an der Funkenstrecke und den Hochspannungskabeln im Röntgenzimmer sich bildende Stickstoffdioxyd diese Erscheinungen sehr wohl erklären könnte, haben wir oft erlebt. Daß nicht die Röntgenstrahlen an sich an diesem sogen. Röntgenkater schuld zu sein brauchen, sondern vielfach wenigstens der „merkwürdige Geruch" im Zimmer (vgl. H. E. Schmidt, Gyn. R. 1913, S. 277), wurde bereits von Kirstein ausprobiert. Er behandelte eine Patientin, die eine starke Reaktion im Sinne des Röntgenkaters zu bekommen pflegte, einmal sofort im Anschluß an andere Bestrahlungen, einige andere Male zur Kontrolle, nachdem das Röntgenzimmer gründlich gelüftet worden war. Nach der Lufterneuerung blieben Übelkeit und Würgen jedesmal aus, ohne Lüftung stellten sie sich prompt jedesmal ein (Fortschr. d. Röntg. 22, S. 47).

Zum Schluß will ich sämtliche von uns bestrahlten Myom- und Metropathiefälle noch einmal zusammenstellen, um festzustellen, wieviel, nach Prozenten berechnet, geheilt, gebessert oder ungeheilt aus der Behandlung entlassen worden sind (Tabelle 12, S. 26).

Natürlich sind bei der Beurteilung der Behandlung diejenigen Fälle auszuschließen, welche sich vorzeitig der Behandlung entzogen haben. Es sind dies bei 131 bestrahlten Frauen 9, d. h. 7,6%. Ebenso scheidet

Tabelle 12.

Diagnose	Anzahl	Abzüglich	Bleibende Fälle	Primäre Heilung	Besserung	Versager	Rezidive	geheilt	ausgeblieben	in Behandlung
Myome	59	3 2 ausgebl. 1 Versager	56	51 (91,1%)	1 (1,8%)	0	4 (7,3%)	2	1	1
Metropathien	72	7 ausgeblieben	65	56 (86,2%)	2 (3,1%)	1 (1,5%)	6 (9,2%)	4	2	0
							= insgesamt	6	3	1

der eine Versager, die Myomkranke, aus, da wir, wie oben gesagt, unter Heilung hier die Amenorrhoe verstehen, jene Patientin aber bereits amenorrhoisch war und lediglich zur Tumorverkleinerung von uns behandelt wurde. Es ergibt sich nach Fortfall dieser 10 Fälle (9 verloren + 1 Myomversager) die Zahl von 121 Patientinnen, von denen 107 primär geheilt wurden, d. h. 88,4%. Drei Patientinnen wurden gebessert = 2,5%, in einem Fall von Metropathie versagte die Behandlung = 0,8%. Daß diese Patientin nicht regelmäßig zur Bestrahlung kam, mag hier nochmals erwähnt sein. 10mal = in 8,3% wurden Rezidive beobachtet. Es ist nun wichtig, festzustellen, daß von diesen 10 Rezidiven eine Patientin noch in Behandlung ist und drei nicht zur Behandlung wiederkamen, während die sechs Rezidive, die sich erneut behandeln ließen, alle geheilt wurden. Wenn ich daher das endgültige Resultat, d. h. die primären und sekundären (Rezidiv-)Heilungen, zusammenfassen will, muß ich von den 121 Fällen auch noch die 4 Rezidivfälle, über die nicht berichtet werden kann, abziehen. Dann stellt sich das Gesamtresultat (Tabelle 13) folgendermaßen dar:

Tabelle 13.

Zahl der Fälle	davon geheilt	gebessert	Versager
117	113 = 96,6%	3 = 2,6%	1 = 0,8%
	116 = 99,2%		

d. h. von 117 Patientinnen, welche wegen eines Myoms oder einer Metropathie bis zu der von uns gewünschten Heilung oder der von ihnen für genügend erachteten Besserung bestrahlt wurden und sich im übrigen der Behandlung nicht vorzeitig entzogen, sind insgesamt geheilt 113 Frauen = 96,6%, gebessert 3 Frauen = 2,6%, nicht geheilt 1 Frau = 0,8%.

Das Gesamtresultat der günstigen Erfolge beträgt also 99,2%. In Worte gefaßt, lautet das Ergebnis meiner Arbeit: Wenn es gelingt, Fehldiagnosen zu vermeiden, werden in der Marburger Frauenklinik nahezu alle Myom- und Metropathiekranken durch die Röntgenbestrahlung amenorrhoisch gemacht. Dabei muß mit einer Rezidivhäufigkeit von etwa 0,8% gerechnet und eine durch die Bestrahlungsmethode bedingte längere Zeit in Anspruch genommen werden. Es gelingt jedoch auch, wie wir gesehen haben, die Rezidive endgültig zu beseitigen. Damit sind die Erfolge unserer Röntgentherapie denjenigen anderer Bestrahlungsmethoden, besonders auch der Intensivbestrahlung, als mindestens gleichwertig an die Seite zu stellen.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Zangemeister für die Anregung zu der Arbeit, Herrn Privatdozenten Dr. Kirstein für die freundliche Unterstützung bei der Ausführung derselben meinen Dank auszusprechen.

Literatur.

1. Albers-Schönberg, Referat über die gyn. Tiefentherapie (Myome). International. Medizin. Kongreß London 1913. Mit einem Nachtrag über die Entwicklung der „Hamburger Technik". Strahlentherapie 3. — 2. Borell, H., Freiburg, Klinische Erfahrungen über die Erythemgrenze bei gynäkologischer Röntgentiefentherapie mit stark gefilterten Strahlen. Strahlentherapie 2. — 3. Christen, Th., Bern, Über die physikalischen und physiologischen Grundlagen der Tiefentherapie. Strahlentherapie 1. — 4. Dessauer, F., Frankfurt a. M., Die physikalischen und technischen Grundlagen bei der Radiumbestrahlung und der Röntgenbestrahlung und die wichtigsten Fehler. Strahlentherapie 4. — 5. Ebeler, E., Cöln, Die Bedeutung der Strahlentherapie für die Gynäkologie. Strahlentherapie 8, H. 1. — Ebeler, E., Cöln, Röntgenbehandlung in der Gynäkologie. Strahlentherapie 4. — 6. Gocht, Handbuch der Röntgenlehre. — 7. v. Graff, E., Die Behandlung der nicht klimakterischen Meno- und Metrorrhagien mit Röntgenstrahlen. Strahlentherapie 4. — 8. Gauß, J., Freiburg, Gynäkologische Tiefentherapie. Strahlentherapie 2. — 9. Höhne, O., und Linzenmeier, G., Untersuchungen über die Lage der Ovarien an der Lebenden mit Rücksicht auf die Röntgenbestrahlung. Strahlentherapie 1. — 10. Heinemann, Th., Halle, Zur Methodik der Röntgenbestrahlung in der Gynäkologie. Strahlentherapie 1. — 11. Heimann, F., Erfahrungen mit der Strahlentiefentherapie in der Gynäkologie, besonders beim Karzinom. Strahlentherapie 7. — Henisch, G. F., Hamburg, Über die Röntgentherapie der Uterusmyome. Strahlentherapie 2. — 13. John, Freiburg, Technik und Erfolge der einzelnen Autoren bei der Behandlung der Myome und hämorrhagischen Metropathien mit Röntgenstrahlen. Strahlentherapie 7, H. 1. — 14. Kirstein, F., Marburg, Die Röntgentherapie in der Gynäkologie. Verlag Springer, Berlin. — Gynäkologische Röntgentherapie. Zbl. f. d. ges. Gyn. u. Geb. sowie d. Grenzgeb. 1, H. 10. — Zur Frage der direkten Dosimetrie. Strahlentherapie 4, H. 2. — Was brachte das Jahr 1913 der gynäkologischen Röntgentherapie? Fortschr.

d. Röntg. — 15. Krönig, Freiburg, Die Strahlentherapie in der Gynäkologie. Strahlentherapie 3. — 16. Krause, P., Zeitschr. f. Röntgen- u. Radiumforschung 13, H. 7. — 17. Kolde, W., Erlangen, Experimentelle Untersuchungen über die Tiefenwirkung der Röntgenstrahlen. Strahlentherapie 2. — 18. Langes, E., Kiel, Erfahrungen mit der Röntgenbehandlung bei Myomen und Metropathien. Strahlentherapie 3. — 19. Mitscherlich, Freiburg, Bestimmungen der Ovarialdosis. Strahlentherapie 8, H. 1. — 20. Meyer, Hans, Kiel, Die Grundlagen der Röntgentherapie in der Gyn. Strahlentherapie 1. — 21. Runge, E., Beitrag zur Messung der Tiefenwirkung der Röntgenstrahlen in der Gynäkologie. Strahlentherapie 7, H. 1. — 22. Reifferscheid, K., Bonn, Über die Röntgentherapie in der Gynäkologie. Strahlentherapie 4. — 23. Ritter, Hans, Kiel, Klin. Beobachtungen über die Beeinflussung der Ovarien durch Röntgenstrahlen. Strahlentherapie 1. — 24. Reusch, W., Gasvergiftung im Röntgenzimmer und ihre Verhütung. Mün. med. Woch. 1917, Nr. 14. — 25. v. Seuffert, E., München, Strahlentiefenbehandlung. II. Sonderband z. Strahlentherapie, 1917. Über gynäkolog. Röntgentherapie. Strahlentherapie 2. — 26. Schmidt, E. H., Zur Technik u. Pathologie der gyn. Röntgenbehandlung. Gyn. R. 1913, H. 8. — 27. Zehden, A., Berlin, Atypische und weniger bekannte Folgeerscheinungen nach Röntgenbestrahlung. Klin. Woch. 1910, S. 16.

Aus der Universitätsfrauenklinik zu Marburg
(Direktor: Prof. Dr. W. Zangemeister).

Über einen Fall von Schwangerschaft nach Röntgenkastration mit dem Ergebnis eines normal entwickelten Kindes.

Von

Hans Schumann, zurzeit Oberarzt im Felde.

Es wurde in jüngster Zeit ein sehr interessanter Fall in hiesiger Klinik beobachtet, der in dreifacher Hinsicht von wesentlicher Bedeutung ist, und zwar bezüglich der Fragen:

1. der Beziehungen zwischen Menstruation und Ovulation,
2. der temporären Sterilisation,
3. der Keimschädigung.

Im folgenden bringe ich zunächst die Krankengeschichte der Pat., einer Frau P. Sie ist wegen der Eigenartigkeit des Falles eingehend behandelt.

Frau P., ihres Standes Hebamme, steht zurzeit im 45. Lebensjahre. Sie wurde als Kind gesunder Eltern geboren. An Kinderkrankheiten machte sie Masern und Diphtherie durch, hatte mit 12 Jahren Lungenentzündung und vom 13. bis 18. Jahre Bleichsucht.

Die Menses traten vom 16. bis 18. Lebensjahre unregelmäßig mit Pausen bis zu einem halben Jahre, später regelmäßig alle 28 Tage auf mit leichten Kreuzschmerzen am ersten Tag der Regel.

Im ganzen hat Frau P. vier Entbindungen durchgemacht. Die erste fand statt im Jahre 1894; es war eine Frühgeburt im achten Monat, vom Hausarzt wegen Plazenta praevia und dadurch bedingter, schon vier Wochen währender Blutungen eingeleitet. Das Kind wurde tot geboren. Plazentarreste wurden manuell gelöst. Das Wochenbett verlief ohne Störungen.

Die zweite Geburt, wieder durch den Hausarzt geleitet, erfolgte im Jahre 1897. Es wurde nach vorzeitigem Blasensprung bei noch rigidem Muttermund wegen drohender Uterusruptur am vierten Tage der Geburt die hohe Zange angelegt. Nach dreistündiger Operation wurde ein Kind mit 43 cm Kopfumfang geboren, das alsbald an den Folgen einer durch die Zange hervorgerufenen Schädelverletzung starb. Die mütterlichen Weichteile hatten durch die Operation weitgehende Schädigungen erlitten: Der Blasenschließmuskel war infolge einer Quetschung gelähmt worden, und es war eine Blasenscheidenfistel entstanden, die nach fünf Wochen spontan

ausheilte. Das rechte Bein war zehn Tage im Wochenbett gelähmt; ein Gefühl von Taubheit in diesem Bein ist bis jetzt zurückgeblieben. Das Wochenbett verlief fieberhaft.

Die Blasenscheidenfistel hinterließ eine eitrige Blasenentzündung, die zunächst vom Hausarzt fünf Wochen lang mit Spülungen behandelt wurde, so daß die Blasenschließmuskellähmung zurückging. Später gebrauchte Pat. alljährlich Kuren in Bad Wildungen, jedoch ohne eine wesentliche Besserung ihres Blasenleidens zu erzielen; zumal Schmerzen in der rechten Nieren- und in der Blasengegend plagten sie fortgesetzt.

Im Jahre 1901 wurde aus unbekannten Gründen die künstliche Frühgeburt im achten Monat durch den Hausarzt bei ihr eingeleitet. Sie hatte während der ganzen Dauer der Schwangerschaft gehungert, um ein möglichst kleines Kind zu erzielen. Die Wehen dauerten sieben Tage; dann war der Muttermund trotz Metreuryse nur dreimarkstückgroß. Die Blase sprang vorzeitig; das in abgewichener Schädellage befindliche Kind wurde nach vorzeitiger innerer Wendung in Narkose extrahiert. Es war eine Totgeburt von normaler Größe. Ein Zervixriß, der sogleich genäht wurde, verursachte großen Blutverlust. Das Wochenbett verlief ohne Besonderheiten. Die Blasenbeschwerden waren während der Gravidität und im Wochenbett etwas geringer.

Im Jahre 1904 suchte Pat. die hiesige Klinik auf wegen Anschwellung des Leibes, die sie seit zwei Jahren beobachtet und die seit 14 Tagen besonders auffällig zugenommen hatte. Es wurde ein linksseitiger Ovarialtumor diagnostiziert und operativ entfernt. Der Tumor bestand in einer großen, leicht bläulich gefärbten Zyste von ca. 35 cm Durchmesser.

In den folgenden Jahren suchte Frau P. von ihren fortgesetzten Blasenbeschwerden in Bad Wildungen Heilung.

Im Jahre 1907 war sie zwei Monate in hiesiger Klinik wegen Retroflexio uteri fixati in Behandlung und wurde anschließend auch an Blinddarmentzündung operiert.

Es sei hier noch bemerkt, daß sie, weil ohne lebende Kinder und ohne Aussicht, noch solche nach so langen Jahren zu bekommen, ein Kind adoptierte.

Die Blasenbeschwerden waren zwar in den folgenden Jahren geringer geworden, aber immer noch nicht gänzlich behoben. Seit dem Jahre 1911 wurde das Blasenleiden nicht mehr behandelt. Gegen Ende 1914 begann es sich wieder zu verschlimmern. Pat. hatte stets Schmerzen nach dem Wasserlassen, ein dauernd zerrendes Gefühl in Blase und Harnröhre und vermehrten Urindrang (bis zu zehn- bis zwölfmal binnen 24 Stunden). Die Menstrualblutungen traten bis Herbst 1914 regelmäßig auf und waren von normaler Stärke und Dauer. Dann wurden sie heftiger, hielten sieben

bis neun Tage an und waren verbunden mit wehenartigen Schmerzen am vierten oder fünften Tage. Anfang Januar 1915 trat ein geringer blutig schleimiger Ausfluß auf, der bis Ende Februar anhielt. Daran schlossen sich geringere Blutungen zwischen den Regeln an, die drei bis sieben Tage andauerten.

Wegen dieser Menstrual- und Blasenbeschwerden fand Pat. Anfang Juli 1915 wieder Aufnahme in unserer Klinik. Die Untersuchung ergab: Einen alten Dammriß, eine Zervixrißnarbe links, die sich in eine linke vaginale Narbe fortsetzt. Uterus und Adnexe scheinen normal. Links vom Uterus im Parametrium befindet sich eine derbe, offenbar narbige Resistenz. Die Passage der Urethra mit dem Katheter war sehr empfindlich. Nach dem Katheterisieren blutete es etwas aus der Harnröhre. Der Urin war getrübt. Die Zystoskopie ergab: Blasenschleimhaut im allgemeinen von normaler Farbe; stellenweise etwas vermehrte Gefäßinjektion, vorn auf dem Blasenboden ein belegter faltiger Zystozelentrichter.

Die bakteriologische Untersuchung des Mittelurins ergab Streptokokken und Kolibazillen. Nach Dilatation der Urethra auf Kleinfingerdicke fühlte man in ihr Narben und leicht blutende weichere Stellen.

Die Diagnose lautete:

1. Alter Dammriß, parametrane Narben, alter Zervixriß.
2. Chronische Zystitis, Schrumpfblase, Ulzerationen der Urethra.
3. Hämorrhagische Endometritis.

Die Behandlung der Zystitis und der urethralen Ulzerationen bestand zunächst in Blasenspülungen, anfangs mit Sublimat 1 : 2000, später mit Arg. nitr. 1 : 4000 bis 2000 mit nachfolgender Spülung mit Kochsalzlösung, dann mit 2% Borwasser; innerlich wurde Myrmalyd verabreicht. Die anschließende Behandlung der Urethra bestand in Dilatationen mit Arg. nitr.-Salbe, Dehnung der Blase, Einlegen eines Dauerkatheters und Applikation des Glühbogens mehrere Tage nacheinander je 10 Minuten bis auf 70°.

Nach 28tägiger Anwendung dieser therapeutischen Maßnahmen waren die Beschwerden gänzlich geschwunden. Der Urin konnte wieder lange angehalten werden, er war klar; auch die brennenden und ziehenden Schmerzen in der Blase hatten nachgelassen.

Zur Behandlung der Endometritis wurde eine Abrasio angeschlossen. Nach drei Tagen stand Pat. auf.

Um eine neue Endometritis gänzlich auszuschließen und wegen der Rigidität und der Narben der Weichteile ihres Gebärkanals, ferner im Hinblick auf die schweren Komplikationen, die jede Geburt mit sich gebracht hatte, ohne daß ein lebendes Kind erzielt werden konnte, schien, um die Frau vor den Gefahren und Folgen (Wiederaufflackern der Zystitis)

neuer Entbindungen zu bewahren, mit besonderer Rücksicht auf das doch in Kürze zu erwartende Klimakterium, die Röntgenkastration indiziert: Es wurden in der Zeit vom 11. August bis 10. Oktober in sechs Sitzungen 47 Erythemdosen auf drei Felder appliziert [1]). Gleichzeitig wurde die bestehende Endometritis mitbehandelt.

Eine Nachuntersuchung am 11. Oktober ergab: Die Blasenbeschwerden haben aufgehört. Die letzte Menstruation war vom 2. bis 8. Oktober mit nur schwacher Blutung aufgetreten. Die im ganzen beabsichtigte Menge von 70 Erythemdosen konnte nicht gegeben werden, da Patientin nicht wiederkam.

Seitdem waren die Regeln ausgeblieben und Frau P. befand sich wohl. Da stellten sich Ende September 1916 Übelkeit, Erbrechen, Herzklopfen und Schmerzen in den Narben ein. Eine Untersuchung in hiesiger Klinik im Januar 1917 ergab: Graviditas mens. V nach einjähriger Röntgenamenorrhoe. Kohabitation hatte angeblich nur am 2. und 6. September 1916 stattgefunden. Weitere Untersuchungen Mitte April und Mitte Mai bestätigten die Diagnose.

Die Schwangere fand Aufnahme in unserer Klinik. Aussehen und Befinden waren gut; an den Unterschenkeln bis zu den Knien zeigten sich starke und an den Bauchdecken über der Symphyse geringe Ödeme. Das Kind befand sich in zweiter Schädellage, die Herztöne waren deutlich hörbar.

Beginn der Wehen am 12. Juni, kurz nach dem Blasensprung; sie wurden alsbald selten und kurz. Wegen der bestehenden Zervix- und Scheidennarben und des ungünstigen Verlaufs früherer Geburten wurde der zervikale transperitoneale Kaiserschnitt vorgenommen. Gleichzeitig wurde das rechte Ovarium entfernt, um die seinerzeit in Aussicht genommene Kastration nun endgültig zu erzielen. Die Operation verlief günstig.

Das Wochenbett wurde kompliziert zunächst durch eine Pneumonie, dann durch eine Cholelithiasis. Der weitere Verlauf war ein guter. Pat. wurde, abgesehen von zystitischen Beschwerden, geheilt und mit gesundem Kind entlassen.

Das exstirpierte Ovarium zeigte sich normal entwickelt. Die mikroskopische Untersuchung ergab: In dem Schnitt sieht man starke Bindegewebsentwicklung, etwa sechs mehr oder weniger große Corpora albicantia, aber fast gar keine primären Follikel. Deutlich sichtbar sind nach genauester Durchsuchung des Schnittes nur drei, angedeutet sind, weil eben vielleicht angeschnitten, etwa sechs bis acht Primordialfollikel. Sowohl die

---

[1]) Es war eine ca. 20—25,5proz. Strahlung, von der also ca. 47,7—56,9 X in die Tiefe von 6 cm (Ovarien) gedrungen sein dürften. Keine „Trostserie“.

deutlichen als auch die angedeuteten liegen in nächster Nähe des Hilus; alle zeigen deutliche Atrophie. An den Gefäßen sind keine besonderen Veränderungen zu bemerken.

Die Eigenartigkeit des vorliegenden Falles beruht darin, daß eine dicht vor dem Klimakterium stehende Frau nach in früheren Jahren erfolgter operativer Entfernung des linken und nach zur Erzielung vollständiger Kastration vorgenommener Röntgenbestrahlung des rechten Ovariums nach fast einjähriger Amenorrhoe und nach nur zweimaliger Kohabitation von ihrem 52jährigen Manne konzipiert und ein vollkommen normal entwickeltes Kind zur Welt gebracht hat.

Es erscheint von Wichtigkeit, zu erwähnen, daß Frau P. eine intelligente Hebamme ist, deren Angabe, daß die Regeln nach der Bestrahlung vollkommen ausgeblieben seien, durchaus glaubwürdig erscheint.

Es hat demnach Ovulation ohne Menstruation stattgefunden. Nach der alten Pflügerschen Anschauung wäre diese Erscheinung nicht wahrscheinlich, da er der Ansicht ist, daß das dauernde Follikelwachstum im Eierstock auf die im Parenchym verlaufenden Nervenfasern einen Druck ausübt, der für sie ein Reiz ist, und wenn dieser Reiz eine gewisse Höhe erreicht hat, tritt reflektorisch die gewaltige Blutkongestion nach den Genitalien, danach die Uterusblutung ein, und gleichzeitig, d. h. während oder nach der Blutung, öffnet sich der Graafsche Follikel. Diese Auffassung ist schon durch die Forschungen Straßmanns überholt, der die als Menstruation bezeichnete blutige Ausscheidung zur Ansiedelung des befruchteten Eies auf die Uterusschleimhaut nicht für notwendig hält; sie tritt nach neueren Feststellungen im Gegenteil erst ein, wenn keine Befruchtung stattgefunden hat. Die Menstruation bedeutet also, wie Simpson es ausgedrückt hat, den Abort des unbefruchteten Eies. Daraus wäre also wieder zu folgern, daß in unserem speziellen Falle vorher nicht so viele Eier zur Reife gelangt sind, daß die Schwellung des Ovariums zur Reizauslösung genügte. Die Pflügersche Theorie würde daher auch für unseren Fall zutreffen mit folgender Einschränkung: Der vom Ovarium ausgehende, zur Menstruation führende Reiz kommt nur zustande durch das Wachstum einer größeren Anzahl von Follikeln. Es ist ja schon von Straßmann gezeigt worden, daß durch eine Druckerhöhung bzw. eine Spannungssteigerung in den Ovarien die Menstruation hervorgerufen wird. Die Vorbereitungen der Uterusschleimhaut zur Aufnahme des befruchteten Eies und das weitere Wachstum des Uterus haben in unserem Falle jedenfalls ohne Menstruation stattgefunden, was mit den Beobachtungen Schröders übereinstimmt, der durch zahlreiche Experimente festgestellt hat, daß das nach dem Platzen des reifenden Follikels sich bildende Corpus luteum mit der prämenstruellen Schwellung der Uterusschleimhaut

zeitlich zusammenfällt, deren auslösende Ursache diese mit innerer Sekretion ausgestattete Drüse auch nach Fränkels Ansicht ist. Nach der im Oktober 1915 eingetretenen Amenorrhoe ist das im September 1916 befruchtete Ei möglicherweise das erste gewesen, welches überhaupt zur Reife gelangte; es ist aber nicht ausgeschlossen, daß vorher schon einige wenige Follikel gewachsen und gereift sind, daß aber der nötige Spannungszustand des Ovariums, der vielleicht, kombiniert mit der Wirkung des Corpus luteum, die prämenstruelle Schwellung auslöst, noch nicht erreicht war. Die Zeitfolge der Ereignisse würde sich dann in folgender Weise aneinandergereiht haben:

I. Volumenzunahme des infolge der Bestrahlung geschrumpften Ovariums.

(II. Reifung und Platzen einiger Follikel während der Volumenzunahme des Ovariums?)

III. Platzen eines weiteren reifen Follikels.

IV. Bildung des Corpus luteum und zugleich prämenstruelle Schwellung der Uterusschleimhaut.

V. Befruchtung, die auch vor den Vorgängen unter IV. stattgefunden haben kann.

VI. Ansiedelung des befruchteten Eies auf der Uterusschleimhaut.

Eine Entscheidung, ob gleich das erste zur Reife gelangte Ei befruchtet wurde oder ob schon vorher, ehe der erforderliche Spannungszustand des Ovariums erreicht war, Follikel gereift und geplatzt sind, wird sich kaum treffen lassen; das Wesentliche bleibt aber der durch die Röntgenbestrahlung erfolgte Tod der Hauptmenge von Primärfollikeln, wachsenden und Graafschen Follikeln. Einige wenige Primordialfollikel mögen übrig geblieben sein (wie auch aus dem mikroskopischen Untersuchungsbefund des Ovariums hervorgeht), die zum Zustandekommen der Menstruation zwar nicht, wohl aber zum Eintritt einer Gravidität genügten. Beachtenswert ist es außerdem, daß nach 16jähriger Kinderlosigkeit die Frau von dem bereits 52jährigen Ehemann nochmals konzipierte.

Wir kommen weiterhin zur Frage der Röntgenkastration und der temporären Sterilisation, die ebenfalls durch vorliegenden Fall beleuchtet wird.

Da nach einjähriger Amenorrhoe mindestens eine Ovulation wieder aufgetreten ist, muß die Kastration eine unvollkommene gewesen sein. Daß der Eierstock geschädigt war, ist bewiesen durch das Ausbleiben der Menses, deren Auftreten stets von der vollen Funktionstüchtigkeit der Ovarien abhängig ist, wie experimentelle Arbeiten von Halban, Fränkel und anderen gezeigt haben. Reifferscheid erklärt das temporäre Sistieren der Ovulation in folgender Weise: Es finden nach Röntgenbestrahlungen

schwere degenerative Veränderungen in den Ovarien statt. Die Follikelepithelien und die Eizellen sind am empfindlichsten. Die Kerne werden pyknotisch und zerfallen vollständig; die Zellen werden in hyaline Klumpen verwandelt. Auch Blutungen in das Ovarialstroma treten auf. Regeneration der geschädigten Follikel tritt nicht ein, dagegen können sich neue Follikel entwickeln, wenn noch ungeschädigte Primordialfollikel vorhanden sind. Bis diese zur Reifung und zum Platzen kommen, sistiert die Menstruation und Konzeptionsfähigkeit und liefert das Bild der temporären Sterilisation.

Diese Erklärung scheint auch für den vorliegenden Fall zutreffend: Es würde also ein noch ungeschädigter Primordialfollikel allmählich zur Reife und zum Platzen gekommen sein, auf den die Dosis der angewandten Strahlen vermöge seiner Resistenz keinen Einfluß gehabt hätte. Dies ist um so leichter möglich, als die beabsichtigte Strahlendosis nicht vollkommen appliziert werden konnte, da Frau P. vor Abschluß der Therapie nicht mehr zur Bestrahlung erschien. Die angewandte Menge von im ganzen 47 Erythemdosen auf 3 Felder hat also nur zur temporären Sterilisation ausgereicht.

Bei dem Alter der Patientin genügt erfahrungsgemäß schon eine ganz geringe Strahlenmenge (Albers-Schönberg) zur Beseitigung der Ovarialfunktionen, und es wäre wohl denkbar, daß in einer ganzen Anzahl von Fällen, die mit einer derartig geringen Strahlenmenge amenorrhoisch gemacht wurden, die Ovulation ebensowenig wie bei Frau P. sistierte, nur daß es, z. B. infolge rein äußerer Gründe, in all diesen Fällen nicht zur Konzeption kam. Man ist zu dieser Vermutung um so eher berechtigt, als der Grad von Ausfallserscheinungen nach Röntgenkastration bekanntermaßen um so geringer ausfällt, je kleiner die verabreichte Strahlenmenge war.

Eine weitere sehr gewichtige Tatsache ist es, daß das Kind trotz der Bestrahlung des mütterlichen Ovariums vollkommen normal entwickelt ist. Eine Keimschädigung durch Röntgenstrahlen, wie sie Fränkel bei seinen Tierversuchen beobachtet hat, auf Grund deren Döderlein und Sellheim auf die Gefährdung der Nachkommenschaft durch Röntgenstrahlen hinweisen, hat offenbar nicht stattgefunden.

Sollte sich das von uns beobachtete Ereignis, das bisher in der Literatur nirgends bekannt gegeben wurde (Kirstein: Gynäkologische Röntgentherapie, und derselbe: Was brachte das Jahr 1913 der gynäkologischen Röntgentherapie? aus den „Fortschr. d. Röntg.“) und auch in den späteren Arbeiten, die von mir durchgesehen wurden, sich bis jetzt nicht findet, doch vielleicht hier und da beobachtet worden sein, so wäre es von größtem Interesse, solche Fälle zu veröffentlichen. Die beiden von Edelberg (Berl.

kl. Woch. 1914, Nr. 27) und Koblank (Berl. kl. Woch. 1915, Nr. 1) veröffentlichten Fälle sind durchaus anders geartet wie der von mir mitgeteilte: Aus beiden Krankengeschichten geht hervor, daß die Frauen, die wegen eines Myoms bestrahlt wurden, noch vor Eintritt der Amenorrhoe gravide wurden, also zu einer Zeit, in der das Auftreten der Menses, die im Falle Koblanks infolge der Bestrahlung sogar erst wiederkehrten, die Existenz reifer Follikel unzweideutig bewiesen hat. Das an und für sich sehr wünschenswerte Verfahren der temporären Sterilisation würde sich auf Grund von Beobachtungen, wie der unsrigen, wieder in Angriff nehmen lassen. Eine z. B. stark geschwächte Frau oder eine tuberkulöse Patientin für 1—2 Jahre amenorrhoisch zu machen, würde für die Kräftigung bzw. Heilung solcher Kranken natürlich von großem Nutzen sein. Es gelänge gewiß schon in kürzerer Zeit (vielleicht schon auf Grund der bereits berechneten Ovarialdosis), eine derartig geringe Schädigung der Ovarien technisch in dem beabsichtigten Grade durchzuführen, so daß zwar die Menstruation, nicht aber auch die Ovulation gänzlich beseitigt würde. Das umgekehrte Verfahren, mit einer ganz geringen Strahlenmenge die Ovarien einer amenorrhoischen Frau bis zum Eintritt der Menstruation anzuregen, ist an unserer Klinik bereits mit Erfolg ausgeführt worden. Freilich läßt die Dosimetrie in der gynäkologischen Röntgentherapie noch mancherlei zu wünschen übrig (vgl. Kirstein, „Strahlentherapie", Bd. 4. S. 788). Seitdem aber in neuerer Zeit die elektroskopischen bzw. galvanometrischen Röntgenmeßverfahren immer ausgiebiger benutzt werden, läßt sich vielleicht eine derartig genaue Dosierung der Strahlenmenge erreichen, daß man in gradförmiger Abstufung etwa folgenden Indikationen genügen könnte: Reizung, Schwächung, Tötung des Ovariums.

Die Schwächung würde dann die temporäre Sterilisation bedeuten, wie sie im vorliegenden Falle — zwar unbeabsichtigt, aber zum Segen der Patientin und vermutlich auch des Kindes — erreicht wurde.

Literatur.

Reifferscheid, Histologische Studien über die Beeinflussung menschlicher und tierischer Ovarien durch Röntgenstrahlen. Zbl. f. Gyn. 1910, S. 593. — Derselbe, Untersuchungen über die Regeneration durch Röntgenstrahlen geschädigter Ovarien. 14. Gyn. Kongreß, S. 593. — Derselbe, Die Röntgentherapie in der Gynäkologie. Leipzig 1911, J. A. Barth. — R. Meyer, Beitrag zur Kenntnis der Röntgenstrahlenwirkung auf die anatomische Struktur des menschlichen Uterus und der Ovarien. Zbl. f. Gyn. 1912, S. 529. — F. Kirstein, Gynäkologische Röntgentherapie. Zbl. f. ges. Gyn. u. Geb. — Derselbe, Was brachte das Jahr 1913 der gynäkologischen Röntgentherapie? Fortschr. d. Röntg. 22. — Derselbe, Die Röntgentherapie in der Gynäkologie. Berlin 1913. — Albers-

Schönberg, Über eine bisher unbekannte Wirkung der Röntgenstrahlen auf den Organismus der Tiere. Mün. med. Woch. 1903, S. 1859. — Derselbe, Die Röntgentherapie in der Gynäkologie. Zbl. f. Gyn. 1909, S. 175. — Straßmann, Beiträge zur Lehre von der Ovulation, Menstruation und Konzeption. Arch. f. Gyn. 52, S. 134. — Schröder, Über die zeitlichen Beziehungen der Ovulation und Menstruation. Arch. f. Gyn. 101, S. 1. — L. Fränkel, Die Funktion des Corpus luteum. Arch. f. Gyn. 68, S. 438. — Halban, Ovarium und Menstruation. Verh. d. deutsch. Gesellsch. f. Gyn., 9. Verh., S. 619. — E. Bumm, Grundriß zum Studium der Geburtshilfe.

Über Strahlenbehandlung bei inneren Krankheiten.

Von

Prof. Dr. **A. Menzer** in Bochum.

(Mit 6 Abbildungen auf Tafeln und 10 Kurven im Text.)

Die überzeugenden Heilversuche Rolliers bei chirurgischer Tuberkulose durch konservative Allgemeinbehandlung mit Sonne im Hochgebirge haben zu ähnlichen Versuchen im Tiefland geführt und den günstigen Einfluß der Sonne auch in der Ebene erkennen lassen.

Bald wurden auch allerlei Hautkrankheiten dieser Therapie unterzogen, und auch die innere Medizin begann ihr mehr und mehr ihr Interesse zuzuwenden. Allerdings muß hier bemerkt werden, daß diese Behandlungsmethode als Allgemeinbehandlung durchaus nichts Neues darstellt. Sie wird seit langen Jahren als Luft- und Sonnenbehandlung in der Naturheilkunde auch in Deutschland bei allen möglichen Leiden angewendet, und besonders in den Seebädern konnte man alljährlich an vielen Gestalten mit allgemein tiefgebräunter Haut erkennen, welcher Beliebtheit sich die langdauernde Besonnung am Badestrande und auf Klippen am Meer in Laienkreisen erfreute. Neu war daher an Rolliers Heilversuchen eigentlich nur die Feststellung, daß gerade ausgesprochen lokale chirurgische Leiden durch eine Allgemeinbehandlung mit Sonne oft günstigere Ausheilungen zeigen als bei Heilversuchen durch örtliche Eingriffe. Im übrigen übernimmt gerade die innere Schulmedizin in der Sonnenbehandlung eigentlich nur ein in der Volks- und Laienmedizin seit alter Zeit bekanntes und geübtes Heilmittel.

Ein dem Sonnenlicht verwandter, jedoch völlig neuer Heilfaktor wurde dagegen für die Medizin durch die von Niels Finsen entdeckten und nach ihm benannten Strahlen gewonnen, und es folgten später die Quarzlampe nach Kromayer und die Quarzsonne, die sogen. künstliche Höhensonne. Auch hier waren es zunächst wieder chirurgische und Hauterkrankungen, bei denen die genannten Heilmittel angewendet wurden. Erst später hat man angefangen, auch in der inneren Medizin die Allgemeinbehandlung mit künstlicher Höhensonne einzuführen, da sie ja als ein Ersatz der in unserem Klima so selten für längere Zeit fortsetzbaren natürlichen Besonnung freudig begrüßt werden mußte.

Die Allgemeinbehandlung mit künstlicher Höhensonne ist nun bei allen möglichen inneren Leiden, besonders bei der Lungentuberkulose,

bei Anämie, Stoffwechselkrankheiten, Gicht, Arteriosklerose, Rheumatismus usw. angewendet und sind vielfach günstige Erfahrungen berichtet worden.

Die Wirkung der künstlichen Allgemeinbesonnung besteht zunächst in der Erzeugung einer allgemeinen Hyperämie der Haut mit nachfolgender Pigmentierung, in einer Einwirkung auf die Zusammensetzung des Blutes (Herabsetzung der Leukozytengesamtzahl bei Vermehrung der Lymphozyten; Berner)[1]), auffallend raschen Zunahme des Hämoglobingehaltes, der Zahl der roten Blutkörperchen und Verbesserung des Färbeindex (Kautz)[2]) und einer Beeinflussung der Fermenttätigkeit im Organismus, welche die Abspaltung von Sauerstoff aus seiner Hämoglobinverbindung und seine erneute Bindung an die zu oxydierenden Nahrungsstoffe bewirkt. Weiterhin hat Basch[3]) festgestellt, daß der Blutdruck durch die Bestrahlungen herabgesetzt wird. Ferner gibt Thedering[4]) an, daß mit der Herabsetzung des Blutdruckes eine Erniedrigung der Temperatur Hand in Hand geht. Diese Erniedrigung der Temperatur beträgt im Anschluß an $^1/_2$ bis einstündige Quarzlichtbäder bei Gesunden 0,2—0,3° C, bei fiebernden Kranken (Tuberkulösen) bis 1° C. Thedering[4]) hält demnach die Quarzsonne als Antipyretikum verwertbar.

Im folgenden soll nun an der Hand einzelner Krankengeschichten die therapeutische Wirkung der Quarzsonne auf innere Krankheiten besprochen werden.

1. Fall von Lungentuberkulose.

15jähriger Schüler, schwächlich gebaut, Eltern gesund, seit einigen Monaten mit Schmerzen in linker Brustseite, Husten und Auswurf erkrankt.

Die Untersuchung ergibt Dämpfung über der linken Lungenspitze, vorn bis zur zweiten Rippe, hinten bis zur Schulterblattgräte, ferner ist die Gegend der unteren Hälfte des ersten Zwischenschulterblattraumes deutlich gedämpft, sowie die linke Axillargegend. Das Atemgeräusch klingt über den gedämpften Teilen verschärft und hauchend. In der linken Achselgegend hört man pleuritisches Reiben. Im unteren Zwischenschulterblattraum links feuchtes Rasseln. Ein Röntgenbild zeigt diffuse Trübung der linken Spitze mit einzelnen eingelagerten dichten Flecken. Ferner eine vom linken Hilus ausgehende und zur Peripherie hin sich fächerförmig erweiternde dichte Trübung des mittleren linken Lungenfeldes mit eingelagerten dichten bis linsengroßen Flecken. Nach der linken Spitze zu ziehen vom linken Hilus einzelne dichte Stränge mit knotigen Verdickungen.

---

[1]) Berner, Über die Wirksamkeit der Bestrahlung mit Quecksilberdampfquarzlampe (künstliche Höhensonne) auf das Blut. Strahlentherapie 5, 2.

[2]) Kautz, Kontraindikationen bei Bestrahlungen mit künstlicher Höhensonne. Mün. med. Woch. 28, 1918.

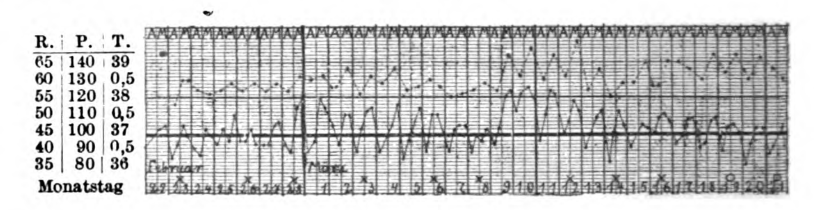
[3]) Basch, Die Einwirkung des ultravioletten Quarzlampenlichtes auf den Blutdruck mit Bemerkungen über seine therapeutische Verwendung bei Allgemeinerkrankungen. Dt. med. Woch. 1911.

[4]) Thedering, Das Quarzlicht und seine Anwendung in der Medizin. 2. Aufl. 1917.

Der Auswurf schleimig, eitrig, enthält reichlich Tbk.

Die Temperatur (vgl. Kurve 1) ist anfangs zeitweise nur mäßig erhöht (bis 37,3° C). Der Puls bewegt sich dauernd zwischen 80—90 Schlägen.

Die mit großer Vorsicht langsam einschleichend begonnene Behandlung mit künstlicher Höhensonne bewirkt eine längere Zeit anhaltende Steigerung der Temperatur (vgl. Kurve 1 vom 28. II. bis 25. III. 17).



Kurve 1.

Fall von Lungentuberkulose.

× Höhensonnebestrahlung.
○ Röntgentiefenbestrahlung.

Dabei wird von dem Kranken über zeitweise heftigere Beschwerden geklagt, auch der Auswurf wird reichlicher. Bei vorsichtiger Fortsetzung der Höhensonnenkur werden allmählich die Temperaturschwankungen geringer, der Allgemeinzustand hebt sich.

Im weiteren Verlauf wird Röntgentiefenbestrahlung mit der Höhensonnenkur verbunden. Der Allgemeinzustand des Patienten bessert sich, so daß er mit 6 Pfd. Gewichtszunahme am 12. V. 17 zum Antritt einer Heilstättenkur entlassen werden kann. Die Untersuchung der Lungen und auch das Röntgenbild gaben bei der Entlassung keine wesentliche Änderung des Befundes.

2. Fall von Lungentuberkulose.

Arbeiter, 19 Jahre alt; seit längerer Zeit Husten und Auswurf.

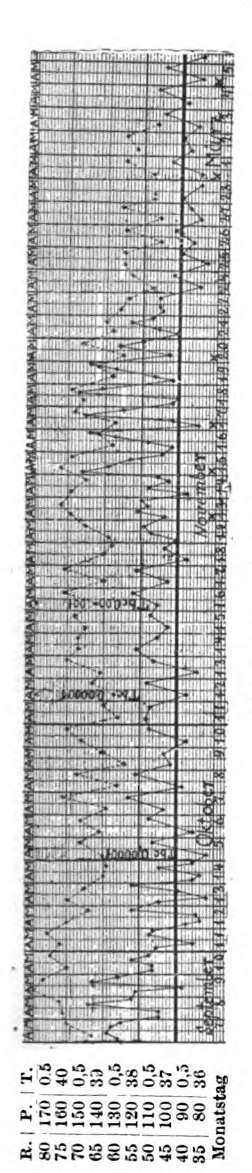
Lungenbefund: Klopfschall über beiden Lungenspitzen gedämpft, links vorn im zweiten Zwischenrippenraum eine dreimarkstückgroße Stelle mit hellem tympanitischen Klang. Links über der Spitze fernklingendes Bronchialatmen, links vorn lautes Bronchialatmen, links hinten oben bis zur Schulterblattmitte reichlich mittelgroßblasiges Rasseln, über der rechten Spitze rauhes unbestimmtes Atmen.

Auswurf: eitrig geballt, enthält reichlich Tbk.

Gewicht 45,5 kg.

Röntgenbild: Linkes Lungenfeld in der oberen Hälfte teils diffus, teils fleckig getrübt, mit mehreren kleinen und einer etwa zweimarkstückgroßen Kaverne. Rechts in der Spitze einige fleckige Trübungen. Einzelne dichtere Stränge mit knotigen Verdickungen ziehen vom Hilus zur Spitze.

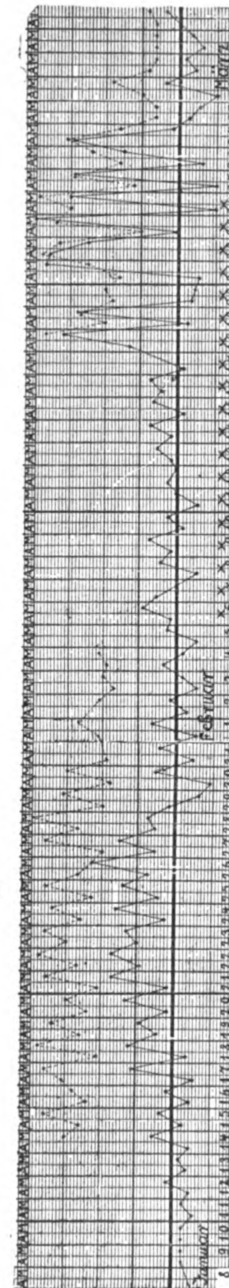
Verlauf: Nach anfänglich höherem intermittierenden Fieber (Kurve 2, 7.—14. IX. 16) beginnt bei Behandlung mit Bettruhe, Prießnitzschen Umschlägen und Expektorantien die Temperatur sich zu strecken. Eine vorsichtig eingeleitete Injektionskur mit Tuberkulol Landmann wird mit intermittierendem Fieber beantwortet (5.—18. X. 16) und daher abgebrochen. Nachdem die Temperatur wieder geringere Schwankungen zeigt, werden am 2. XI. 16 die Bestrahlungen mit Quarzsonne begonnen. Diese führt in den ersten 8 Tagen keine Änderung herbei, bis dann am 14. XI. 16



Kurve 2 (zu Fall 2).

Lungentuberkulose.

× Höhensonnebestrahlung.



Kurve 3 (zu Fall 3).

Skrophulose.

× Höhensonnebestrahlung.

höheres intermittierendes Fieber einsetzt (vgl. Kurve 2, bis Ende Nov. 16). Da der Allgemeinzustand und die Nahrungsaufnahme gut bleiben und das Gewicht sich mit geringen Schwankungen um 45 kg hält, wird die Bestrahlungskur fortgesetzt. Nach einigen Monaten sind die Temperaturbewegungen geringer geworden, besonders in der Zeit vom 24. II. bis 6. III. 17 kurz vor der Entlassung. Der Allgemeinzustand hat sich gehoben. Das Gewicht ist um 3 kg gestiegen. Der Auswurf, der anfangs reichlich war, und bei der Höhensonnenkur sich zunächst sehr vermehrt hatte, ist fast völlig beseitigt. Patient wird gebessert entlassen.

3. Fall von Skrophulose.

2jähriges Kind wird mit diffuser Bronchitis und Keuchhusten eingeliefert. Das Kind zeigt pastöses Aussehen, hat zahlreich geschwollene Drüsen zu beiden Seiten des Halses und zeigt auf den Lungen reichlich Giemen und Brummen, sowie reichlich feuchte Rasselgeräusche über den Unterlappen. Die Temperatur ist anfangs nicht erhöht (Kurve 3, 8.—16. I. 17).

Das Kind erhält innerlich Sir. ferr. jodat. Brustpackungen und warme Bäder. Vom 17.—22. I. 17 tritt während der Behandlung höheres intermittierendes Fieber auf, worauf dann wieder eine Periode mit ziemlich normaler Temperatur und nur leichten subfebrilen Schwankungen folgt (Kurve 3, 29. I. bis 4. II. 17). Da die Bronchitis und die starken Hustenanfälle nicht aufhören, wird eine Bestrahlungskur mit Quarzsonne eingeleitet. Die Kur wird anfangs gut vertragen, bis dann am 18. II. 17 plötzlich hohes Fieber in steilen Kurven eintritt und bis zum 28. II. 17 anhält. Dabei zeigt das Kind die Erscheinungen starker Zyanose und Atemnot, die Beklopfung der Lungen läßt eine Dämpfung über der linken Lungenspitze und im oberen Teil des Zwischenschulterblattraumes links mit Bronchialatmen erkennen. Ein Röntgenbild läßt links einen großen Hilusschatten, der von einer etwa kleinapfelgroßen diffusen Trübung des Lungenfeldes umgeben ist, erkennen, rechts findet sich im Hilus ein etwa walnußgroßer dichter Schatten. Nach Abklingen der hohen Fieberbewegungen bessern sich Bronchitis und Husten auffällig rasch bei dem Kinde. Die Höhensonnenkur wird fortgesetzt. Das Kind wird mit Gewichtszunahme von 2 kg, normalem Lungenbefund, gutem Allgemeinzustand und normaler Temperatur Anfang April 17 entlassen.

4. Fall von Bauchdrüsentuberkulose.

Stark abgemagerter, 11jähriger Junge im schlechten Ernährungszustand (Gewicht $20^1/_2$ kg) mit leichten Ödemen an den Beinen klagt über unbestimmte Schmerzen im ganzen Leibe und hat zeitweise Erbrechen.

Über der rechten Lungenspitze gedämpfter Klopfschall mit rauhem unbestimmten Atmen. Leib prall gespannt, lauter tympanitischer Schall. In den abhängigen Teilen keine Dämpfung. Starke Erweiterung der Venen am Bauch (Caput medusae). Stuhlgang zwei- bis dreimal, dünn, breiig, keine Tbk. Urin enthält Eiweiß in geringer Menge, sowie rote Blutkörperchen und Leukozyten. Puls klein, regelmäßig, schwankt zwischen 90 und 140 Schlägen. Die Temperatur zeigt anfangs (Kurve 4 vom 6.—19. IX. 16) geringe tägliche Erhebungen bis zu 38,2° C.

Einleitung einer Behandlung mit Quarzsonne unter sehr allmählicher Steigerung der Bestrahlungsdauer. Die Behandlung übt in der ersten Zeit keine deutliche Einwirkung auf den Zustand aus. Vom 21. IX. 16 an werden die täglichen Temperaturschwankungen erheblichere, übersteigen teilweise 39° C. Dabei treten stärkere Störungen des Allgemeinbefindens auf. Vermehrte Leibschmerzen werden geklagt, gelegentliches Erbrechen wird beobachtet. Der Einfluß der Quarzsonnebestrahlung in bezug auf Temperatur und Allgemeinbefinden zeigt sich nicht selten an dem auf die Be-

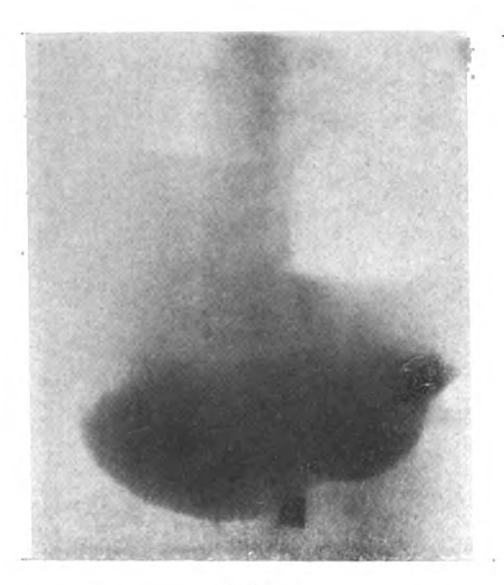


Abb. 1.
Aufnahme gleich nach Probemahlzeit (Citobarium).
Vor der Behandlung.

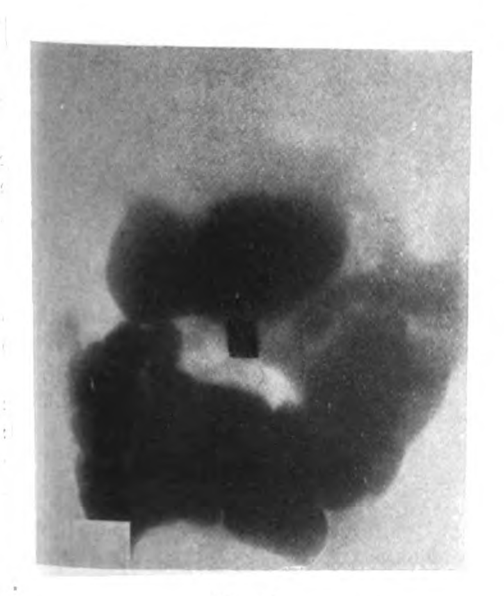


Abb. 2.
Aufnahme 2 Stunden nach Probemahlzeit (Citobarium). Vor der Behandlung.

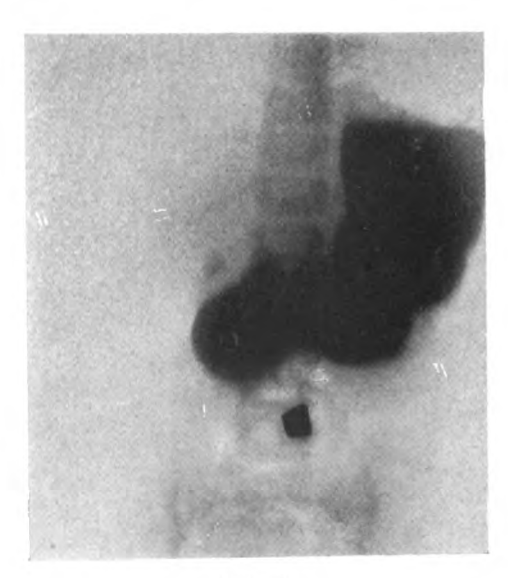


Abb. 3.
Aufnahme gleich nach Probemahlzeit (Citobarium). Nach der Behandlung.

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien.



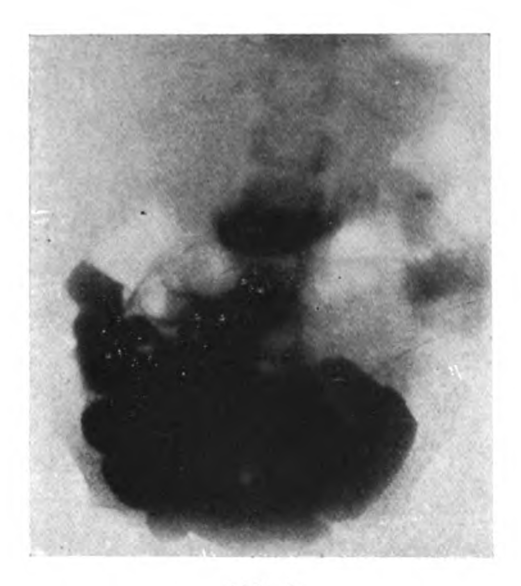


Abb. 4.
Aufnahme 2 Stunden nach Probemahlzeit (Citobarium). Nach der Behandlung.



Abb. 5.
Sanduhrmagen vor der Behandlung.



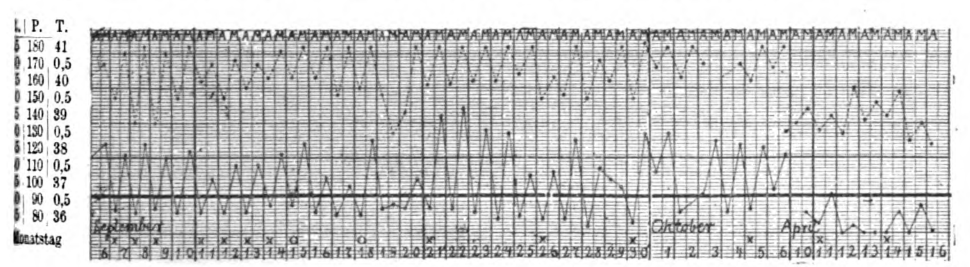
Abb. 6.
Sanduhrmagen nicht mehr vorhanden. Nach der Behandlung.

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien.



strahlung folgenden Tage und erstreckt sich mehrfach auf einige Tage (Kurve IV vom 19. IX. bis 6. X. 16).

Da die Nahrungsaufnahme befriedigend ist und das Körpergewicht sich sogar etwas erhöht ($21^1/_2$ kg am 10. X. 16), wird die Bestrahlungskur fortgesetzt. Dabei werden die Bestrahlungen teilweise in längeren Pausen bis zu 8 Tagen vorgenommen. Von Anfang Dezember 16 werden die Fieberbewegungen geringere. Der Allgemein-



Kurve 4 (zu Fall 4).

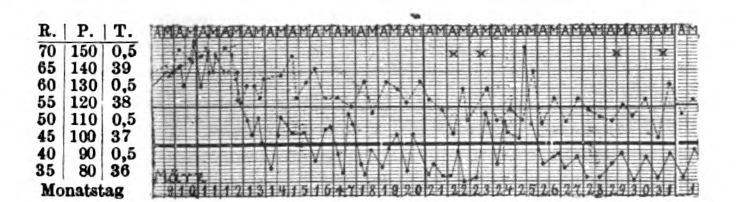
Bauchdrüsentuberkulose.

× **Höhensonnebestrahlung.**
○ **Röntgentiefenbestrahlung.**

zustand bessert sich, die Auftreibung des Leibes und die Venenerweiterung bilden sich zurück, der Stuhlgang wird regelmäßig. Mit der Bestrahlungskur werden weiterhin Jodpinselungen des Leibes und Solarsoneinspritzungen verbunden. Patient wird fieberfrei (Kurve IV, Zeit vom 10.—16. IV. 16); mit einem Gewicht von $43^3/_4$ kg am 16. IV. 16 gebessert entlassen.

5. Fall von Pleuritis.

24jähriges Mädchen, schlank, groß, Gewicht 55 kg, flache Brust, langer Hals, etwas abstehende Schulterblätter. Erkrankt, nach dem sie sich schon längere Zeit



Kurve 5 (zu Fall 5).

Pleuritis.

× **Höhensonnebestrahlung.**

matt gefühlt hat, mit Schüttelfrost, Fieber und Schmerzen in der rechten Brustseite. Die Untersuchung ergibt rechts hinten unten eine Dämpfung mit abgeschwächtem Stimmschwirren, abgeschwächtem Atmen und pleuritischem Reiben. Der Auswurf ist spärlich, schleimig-eitrig und zeigt einige Blutstreifen. Die Temperatur ist vom 9.—12. III. 17 erhöht über 39° C und fällt dann lytisch ab; es treten in den nächsten Tagen noch einige leichte Nachschwankungen auf (Kurve 5, 14.—17. III. 17).

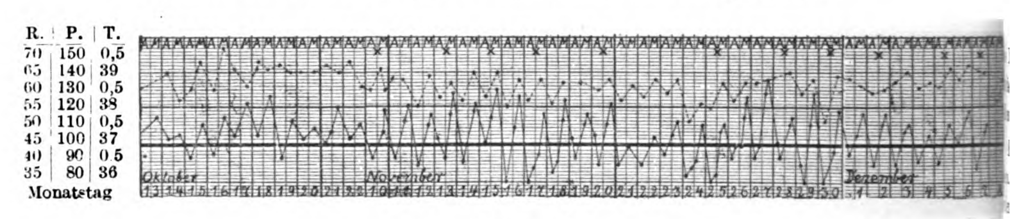
Über der rechten Lunge ist noch eine verminderte Verschieblichkeit der Lunge mit abgeschwächtem Atmen und etwas Reiben nachweisbar.

Behandlung mit Quarzsonne am 22. u. 23. III. 17. Bald darnach erhebt sich die Temperatur wieder. Patient klagt über Kopfschmerzen und allgemeine Mattigkeit, sowie vermehrte Schmerzen in der rechten Seite.

Am 25. III. 17 erhebt sich die Temperatur sogar bis auf 39,7° C (Kurve 5). Nach Abklingen des Fiebers tritt am 26. III. 17 völliges Wohlbefinden ein, ein krankhafter Befund ist über der rechten Lunge nicht mehr zu erheben. Die Bestrahlungen mit Quarzsonne werden vorsichtig fortgesetzt und gut vertragen. Patientin wird am 5. IV. 17 geheilt mit $56^1/_4$ kg Gewicht entlassen.

6. Fall von chronischem Gelenkrheumatismus.

26 Jahre. Leidet seit 4 Jahren an Gelenkrheumatismus und ist mehrfach monatelang in Krankenhäusern behandelt worden. Zeitweise trat Besserung ein, so daß Patientin sich etwas im Zimmer bewegen konnte. Seit Herbst 16 Verschlechterung, so daß Patientin am 15. X. 16 wieder Krankenhausbehandlung aufsucht.



Kurve 6.

Fall von chronischem Gelenkrheumatismus.

× Höhensonnebestrahlung.

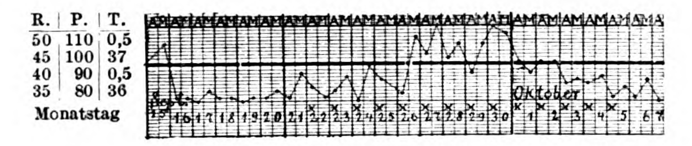
Befund: blasses, schlecht genährtes Mädchen, Gewicht 39 kg. Fast sämtliche größere und kleinere Gelenke geschwollen und schwer beweglich, auch Kiefergelenke geschwollen, so daß der Mund nur wenig geöffnet werden kann. Die Herzdämpfung ist etwas verbreitert. An der Herzspitze, sowie an der Aorta ist ein systolisches, sowie ein diastolisches Geräusch nachweisbar. Im Urin etwas Albumen, sonst ohne Befund. Die Temperatur (Kurve 6, 13.—22. X. 16) zeigt leichte subfebrile Schwankungen.

Behandlung zunächst mit Jodnatrium und örtlichen Umschlägen. Darnach tritt in dem Zustand keine wesentliche Änderung ein. Am 23. X. 16 werden Bestrahlungen mit Quarzsonne eingeleitet. Im Verlauf der Kur werden die Fieberbewegungen zeitweise höhere (Kurve 6, Zeit vom 10.—30. XI. 16). Dabei klagt Patientin über vermehrte Schmerzen an den Gelenken, welche anfangs sämtlich Zunahme der Schwellungen zeigen und allmählich weicher werden und abschwellen. Die Kur wird mit kurzen Unterbrechungen fortgesetzt bis Anfang Juni 17. Von Anfang März 17 ist Patientin dauernd fieberfrei und fängt an aufzustehen. Anfang Juni 17 wird sie, erheblich gebessert, auf eigenen Wunsch entlassen. Sie kann sich ohne Stock im Zimmer bewegen. Die großen Gelenke sind gänzlich abgeschwollen und schmerzfrei. Die Fingergelenke zum Teil noch etwas verdickt und steif.

7. Fall von Schuppenflechte.

19jähriges Mädchen, kräftig gebaut, pastöses Aussehen, Drüsen am Halse und Kieferwinkel geschwollen, Gewicht $58^1/_2$ kg.

Die Haut ist an den Streckseiten der Arme, Beine, an der Stirn und auf dem Rücken von zahlreichen stark schuppenden Effloreszenzen, welche beim Abkratzen bluten, bedeckt. Behandlung erfolgt anfänglich mit Einreibungen von Teersalbe und Bädern. Die Temperatur ist, abgesehen von einer anfänglichen Erhebung auf 37,5° C, dauernd normal (Kurve 7, Zeit vom 15.—21. IX. 17).



Kurve 7.

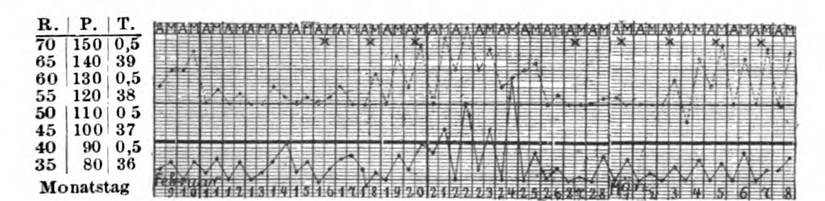
Fall von Schuppenflechte.

× Höhensonnebestrahlung.

Am 22. IX. 17 wird mit Bestrahlungen mit Quarzsonne begonnen, dabei wird jede Lokalbehandlung ausgesetzt. Am 26. IX. 17 setzt mit Allgemeinbeschwerden, Kopfschmerzen, Gliederschmerzen und stärkerer Schuppung der erkrankten Hautstellen eine mäßige Fieberbewegung ein.

Im Verlauf derselben beginnen die Schuppungen an verschiedenen Stellen abzuheilen. Da Patientin aus persönlichen Gründen eine baldige Entlassung wünscht, werden später wieder Teereinreibungen und Hautwaschungen mit der Höhensonnenkur verbunden. Patientin wird am 7. X. 17 nach der Abheilung der Schuppenflechte aus dem Krankenhause entlassen.

8. Fall. 22jähriges Mädchen, etwa 2 Monate lang außerhalb wegen akutem Gelenkrheumatismus mit Salizyl, Aspirin usw. erfolglos behandelt.



Kurve 8.

Fall von Gelenkrheumatismus.

× Höhensonnebestrahlung.

Befund: Die Mehrzahl der großen und kleinen Gelenke ist geschwollen und schmerzhaft. Am Herzen präsystolisches Geräusch, zweiter Pulmonalton verstärkt, Herz nach rechts verbreitert. Temperatur subfebril, Puls 110—120, klein.

Behandlung erfolgt zunächst mit Einspritzungen von Streptokokkenvakzine, darnach treten heftige Fieberbewegungen und Zunahme der Schmerzen und Schwellungen der kranken Gelenke auf. Nach etwa 14tägiger Behandlung sind die Schwellungen der Gelenke und das Fieber beseitigt. Eine Nachbehandlung mit Quarzsonnebestrahlungen wird eingeleitet. Dabei tritt (vgl. Kurve 8) eine erneute Fieberbewegung

mit Schmerzen und Schwellung in einzelnen Gelenken auf. Die Bestrahlung wird für einige Tage ausgesetzt und wird dann ohne Beschwerden weiterhin vertragen.

Patientin ist dann dauernd frei von Gelenkbeschwerden. Ein Herzklappenfehler ist jedoch zurückgeblieben.

Die therapeutische Wirkung von Quarzsonnebestrahlung.

Die vorstehend aufgeführten Krankheitsfälle, welche nur aus einer großen Zahl von einzelnen Beobachtungen ausgewählt sind, lassen nun deutlich erkennen, daß die Bestrahlung mit Quarzsonne geeignet ist, starke Allgemein- und Lokalreaktionen bei inneren Kranken herbeizuführen. Es geschieht dies durchaus nicht bei allen Kranken in der gleichen heftigen Form, doch kann man fast stets beobachten, daß die mit Quarzsonne Behandelten in den ersten Wochen der Behandlung vorübergehend Zunahme ihrer örtlichen Leiden verbunden mit mehr oder weniger starken Störungen des Allgemeinbefindens zeigen, und dann bei Fortsetzung der Behandlung vielfach eine weitgehende Besserung erfahren.

Die Bestrahlung mit Quarzsonne stellt einen starken allgemeinen Konstitutionsreiz dar und ist eine kräftige Art der Hautübung, wie sie auch sonst durch hydriatische Prozeduren, Bade- und klimatische Kuren erzeugt wird. Dieser Hautreiz regt, wie die vielfache Beobachtung am Krankenbette genügend lehrt, den gesamten Stoffwechsel, die Blutbildung und wahrscheinlich auch die Erzeugung von allgemeinen Antikörpern an und befähigt den Organismus dadurch auch die Beseitigung lokaler Krankheitsherde, insbesondere solcher bakterieller Natur, mit größerer Energie anzustreben. Auch Bacmeister[1]) zieht eine Beeinflussung der Schutzkräfte des Körpers und der Blutzusammensetzung in Betracht.

Welche feineren biologischen Vorgänge sich dabei im Organismus abspielen, soll hier nicht näher untersucht werden, da die vorliegende Arbeit im wesentlichen sich die Aufgabe stellt, die praktischen Erfolge und die Indikationen der Quarzsonnebehandlung darzulegen. Die Tatsache jedoch, daß die Quarzsonne einen starken Konstitutionsreiz ausübt, weist andererseits darauf hin, daß hier eine Behandlungsmethode vorliegt, welche durchaus nicht ohne Gefahren ist und für welche die Patienten vorsichtig und individuell ausgewählt werden müssen. Der von Thedering ausgesprochenen Ansicht, daß die Quarzsonne ein Antipyretikum darstelle und als nächstliegendes Behandlungsobjekt fieberhafte Tuberkulose in Betracht komme, kann ich nicht unbedingt zustimmen, sondern möchte direkt davor warnen, wahllos etwa vorgeschrittene hochfiebernde

---

[1]) Die Erfolge der kombinierten Quarzlicht-Röntgentiefentherapie bei der menschlichen Lungentuberkulose. Dt. med. Woch. 4, 1916.

Tuberkulöse solchen Bestrahlungen auszusetzen; sie würden nur eine rasche Verschlechterung ihres Zustandes erfahren. Auch Tuberkulöse, deren Erkrankung schon eine ausgedehntere, jedoch noch nicht in ein dauernd fieberhaftes Stadium übergegangen ist, dürfen, wie z. B. Fall 1 und Fall 2 beweisen, nur mit großer Vorsicht den Einwirkungen der Quarzsonne ausgesetzt werden. Trotz langsam einschleichender Behandlung, welche mit Bestrahlungen von wenigen Minuten bei über 1 m Abstand eingeleitet und in 2—3 tägigen Intervallen ganz allmählich gesteigert worden ist, traten in beiden Fällen vorübergehend längerdauernde Perioden mit höherem Fieber auf. Auch der Fall von Pleuritis (Nr. 5) zeigt unter dem Einfluß der Quarzsonne ein unerwartet hohes Nachfieber und das an Keuchhusten leidende Kind (Fall 8) bekommt ein in steilen, fast septischen Kurven verlaufendes Fieber dadurch, daß eine latente Hilusdrüsenerkrankung aufflammt.

Die Quarzsonnebestrahlungen wirken daher bei Tuberkulösen ganz ähnlich wie eine Tuberkulinbehandlung. Wie diese rufen sie beim Tuberkulösen Allgemein- und Lokalreaktionen hervor, welche letztere sich anfänglich in Zunahme von Dämpfungen, Vermehrung von Rasselgeräuschen, vermehrtem Hustenreiz und Auswurf usw. äußern. Insbesondere die Wirkung auf anfängliche Zunahme von Husten und Auswurf wird von vielen Lungenkranken angegeben. Auch Grau[1]) ist der Ansicht, daß die Höhensonne eine Fernwirkung im Lungenherd des Tuberkulösen erzeuge und die Wirkungen der Bestrahlungen mit Immunitätsveränderungen einhergehe.

Die Quarzsonnebestrahlung stellt in der Tuberkulosebehandlung ein Mittel dar, welches ähnlich, aber milder als die Röntgentiefenbestrahlung und die Tuberkulinkur wirkt. Ich stelle sie daher regelmäßig an den Anfang der Behandlung eines Tuberkulösen und kombiniere dann, nachdem die Quarzsonnekur durch einige Wochen hindurch gut vertragen ist, die Röntgentiefenbestrahlung (siehe weiter unten) und später die Tuberkulinkur[2]) mit den Quarzsonnebestrahlungen.

Diese Kombinationsbehandlung führt bei Fällen des 1. und 2. Turbanschen Stadiums auch in Krankenhäusern, denen günstige klimatische Verhältnisse wie z. B. in der Industriegegend nicht zur Seite stehen, zu Erfolgen, welche denen einer Heilstättenkur kaum nachstehen, ja es ist mir sogar gelungen, auch vorgeschrittene Tuberkulöse, welche ohne wesentlichen Erfolg eine längere Kur in einer Heilstätte oder einem Bade

[1]) Mün. med. Woch. 48, 1917.

[2]) Ich wende statt des Tuberkulins das theoretisch besser begründete und nach meiner Erfahrung wirksame Tuberkulol Landmann (von E. Merck dargestellt) an.

durchgemacht hatten, durch eine solche Quarzsonne-Röntgen-Tuberkulinbehandlung erheblich zu bessern und wieder zu leichterer Arbeit fähig zu machen.

Wie die Tuberkulose des Erwachsenen, so ist die Skrophulose der Kinder in ihren vielfachen Erscheinungen, wie Drüsenschwellungen, Hautausschlägen, Gelenkerkrankungen usw., ein ausgezeichnetes Objekt für die Quarzsonnebestrahlungen. Auch hier kombiniere ich die letzteren gern mit der Tuberkulinbehandlung. Auch bei chronischer Bronchitis mit Emphysem und asthmatischen Zuständen führt die Quarzsonnebestrahlung eine deutliche Beeinflussung der Atmungsschleimhaut herbei, indem meist vermehrte und erleichterte Expektoration von den Kranken angegeben wird. Allerdings ist auch hier wieder Vorsicht geboten, da anfänglich auch stärkere Reizerscheinungen, Reizhusten, heftigere asthmatische Anfälle usw. zur Beobachtung kommen und jedenfalls bei schweren Zuständen eine unbedingte körperliche Schonung, am besten Krankenhausaufenthalt, erfordern.

Ein Hauptgebiet für die Quarzsonnebestrahlungen stellen alle diejenigen Fälle dar, bei denen es sich um einfache Anämien, Chlorose, Magen- und Darmkranke, nervöse Zustände, Rekonvaleszenz nach akuten Krankheiten und dergleichen handelt. Hier lassen die Quarzsonnebestrahlungen ihre günstige Wirkung auf den Allgemeinzustand in ausgezeichneter Weise erkennen. Sie sind uns ein willkommenes Mittel der Hautübung und allgemeinen Kräftigung und geben einen nicht zu unterschätzenden Ersatz für die Heilfaktoren, wie sie ein günstiges Klima. Badekuren, natürliche Besonnung usw. darbieten.

Von großem Einfluß ist die Quarzsonnebestrahlung dann bei der Nachkur von Rheumatikern.

Bei diesen Kranken treten, ähnlich wie man dies nach Solbädern. Heißluftbädern oder dergleichen beobachtet, nach Anwendung der Quarzsonnebestrahlung nicht selten erneute Schmerzen in einzelnen Gliedern auf, verschwinden aber bei der Fortsetzung der Kur und führen dann rasch zu voller Wiederherstellung (vgl. Fall 8). Auch bei chronischem Gelenkrheumatismus (vgl. Fall 6) führt die Quarzsonnenbestrahlung zu einer günstigen Beeinflussung des Allgemeinzustandes und zu weitgehender Besserung der chronischen Gelenkveränderungen, ebenso stellt sie auch bei hartnäckigen Fällen von Ischias neben der lokalen Heißluft-Dusche-Behandlung usw. einen wichtigen Heilfaktor durch günstige Beeinflussung des Allgemeinzustandes dar.

Zwar an letzter Stelle, doch mit besonderem Nachdruck möchte ich dann noch die Beeinflussung von Nierenerkrankungen durch die Quarz-

sonne erwähnen. Es ist in der Literatur mehrfach darauf hingewiesen worden, daß nach Quarzsonnebestrahlungen Albuminurie aufgetreten ist [Faber[1]), Dotzel[2])]. Diese Beobachtungen sind geeignet, von der Anwendung dieser Behandlung bei Nierenkranken zu warnen. Tatsächlich kann man auch bei Leicht-Nierenkranken, welche man Quarzsonnenbestrahlungen aussetzt, beobachten, daß neben Allgemeinerscheinungen, wie Kopfschmerzen, Angina, leichtem Fieber und dergleichen, vorübergehende Reizungen der Nieren, welche sich in Zunahme der Albuminurie, Vermehrung der Formelemente usw. äußern, auftreten. Solche Reizerscheinungen lassen ohne weiteres erkennen, daß alle Kranken, welche zu Ödemen neigen und sonstige schwerere Störungen der Nierenfunktion zeigen, auszuschließen sind. Dagegen werden durchweg günstig beeinflußt diejenigen Kranken, welche in der Rekonvaleszenz nach akuten Nierenerkrankungen noch längere Zeit geringe Eiweißausscheidung, rote Blutkörperchen im Bodensatz usw. zeigen, wie wir dies jetzt so häufig bei den Kriegsnephritikern beobachten.

Die Anämie, welche diese Kranken so vielfach lange zeigen, und ihre schlaffe, schlecht reagierende Haut fordern geradezu eine so wirksame Hautübung, wie sie die Quarzsonnebestrahlungen darstellen, heraus, und tatsächlich kann man bei solchen Kranken vielfach beobachten, daß bei ihnen nach vorübergehender leichter Reizung der Nieren die Quarzsonnebestrahlungen eine rasche Besserung des Allgemeinzustandes und eine auffällig rasche Beseitigung der Albuminurie und der krankhaften Formelemente herbeiführen. Ich führe hier an, daß eine größere Zahl von Kriegsnephritikern, welche in der Rekonvaleszenz mit Höhensonnebestrahlungen behandelt wurden, fast durchweg mit völlig normalem Urin als garnisondienstfähig entlassen werden konnte und nicht einer der nach den obigen Grundsätzen ausgewählten Nierenkranken eine Verschlechterung erfahren hat. Nur einzelne Kranke, die schon vor dem Kriege nierenkrank gewesen sind, konnten von ihrer Albuminurie und krankhaften Formelementen nicht völlig befreit werden.

Noch auf eine Frage möchte ich eingehen, und zwar auf die schon oben erwähnte Herabsetzung des Blutdrucks wie sie Basch, Thedering u. a. hervorgehoben haben. Auch hier möchte ich davor warnen, etwa wahllos alle möglichen Arteriosklerotiker und dergleichen den Quarzsonnebestrahlungen auszusetzen. Man dürfte dabei bei Leuten, die zu Apoplexie, Herzstörungen und dergleichen neigen, recht üble Zufälle erleben.

---

[1]) Faber, Mün. med. Woch. 15, 1917.
[2]) Dotzel, Mün. med. Woch. 24, 1917

Man muß sich immer vor Augen halten, daß die Quarzsonnebestrahlung einen energischen Reiz auf die allgemeine Konstitution ausübt und deshalb natürlich gerade in der inneren Medizin, wo wir so vielfach örtliche Leiden durch Allgemeinbehandlung günstig zu beeinflussen suchen müssen, ein weitgehendes Anwendungsgebiet hat, daß aber diese Behandlungsart andererseits auch nicht unerhebliche Allgemein- und örtliche Reaktionen auslöst und oft die Besserung nur nach anfänglicher Verschlimmerung herbeiführt. Die Quarzsonnebestrahlungen haben daher ihre Gefahren und dürfen nur individuell und unter vorsichtiger einschleichender Dosierung angewendet werden. Kranke, denen man nach Art und Ausdehnung ihres Leidens einen solchen Konstitutionsreiz nicht zumuten darf, müssen daher von der Höhensonnebehandlung ausgeschlossen werden. Wie z. B. der hochfiebernde Phthisiker nicht in das Hochgebirge gehört, wie schwere Herzkranke und vorgeschrittene Arteriosklerotiker nicht anstrengende Badekuren vertragen, so sind sie auch nicht die geeigneten Patienten für Quarzsonnebestrahlungen. Letztere sind andererseits auch keine Panacee, die nun so unendlich viel mehr leistet, als klimatische Kuren, natürliche Besonnung und Hydrotherapie, sondern sind nur ein wichtiger Heilfaktor, den wir als allgemeinen Konstitutionsreiz bei vielen inneren Kranken mit Nutzen anwenden können, besonders da, wo wir günstige klimatische und andere Heilmittel nicht zur Verfügung haben.

Über Röntgentiefentherapie bei inneren Krankheiten.

Der günstige Einfluß der Röntgenbestrahlung bei verschiedenen Hautleiden, ferner die ungeahnten Erfolge, welche der Ausbau der Tiefentherapie mit harten gefilterten Strahlen gerade in der Gynäkologie bei Myomen, klimakterischen Blutungen und bösartigen Geschwülsten gebracht hat, haben allmählich auch zu einer weitgehenden Anwendung der Röntgenstrahlen auf innerem Gebiete geführt, und es sind neben der Leukämie und Pseudoleukämie die Tuberkulose der Drüsen, der Lungen, chronische Bronchitis und Asthma bronchiale, Schilddrüsenanschwellungen mit und ohne Basedow-Symptome, chronische Arthritiden, Neuralgien, Magenleiden usw. Gegenstand der Bestrahlungstechnik geworden.

Auch hier möchte ich den Versuch machen, an der Hand einzelner Krankengeschichten Beiträge zu der vielseitigen Anwendung, zu welcher die Röntgenstrahlen Gelegenheit geben, zu liefern und die Wirkung dieser Behandlungsmethode, wie sie die klinische Beobachtung uns lehrt, besprechen.

Röntgentherapie bei verschiedenen Formen von Tuberkulose.

Ein Verständnis der Wirkung der Röntgentiefenbestrahlungen auf tuberkulöse Erkrankungen geben uns zunächst solche Fälle, bei denen man den Behandlungserfolg direkt mit dem Auge greifen kann.

Besonders lehrreich ist hier der zunächst zu besprechende Fall von Kehlkopftuberkulose[1]).

9. Fall von Lungentuberkulose.

27jähriger Mann, erkrankt im Felde an Lungentuberkulose, macht eine mehrmonatliche Kur in Bad Lippspringe durch. Daselbst wird festgestellt eine Affektion beider Lungenspitzen. R.-Stadium 2, L.-Stadium 1 nach Turban. Tbk. +. Im Kehlkopf tuberkulöse Ulzerationen an den Stimmbändern.

Nach mehrmonatlicher Behandlung vom 24. III. bis 24. VI. 16 wird er als nicht gebessert entlassen.

Befund Juli 17: Lungenbefund Klopfschall über beiden Lungenspitzen gedämpft, desgleichen im linken unteren Zwischenschulterblattraum. Über den gedämpften Teilen ist das Atmungsgeräusch rauh und unbestimmt, über der gedämpften Partie im ersten unteren Schulterblattraum sind Rasselgeräusche, besonders nach Hustenstößen, hörbar.

Kehlkopf: Stimme völlig tonlos. Tuberkulöse Ulzerationen am linken Stimmband, rechtes Stimmband gerötet, verdickt und narbig verändert. Ulzeration an der hinteren Wand. Von spezialistischer Seite wird die Lokalbehandlung des Kehlkopfes als aussichtslos wegen des Lungenbefundes bezeichnet.

Behandlung: Allgemeine Behandlung mit Quarzsonne und lokale Röntgentiefenbestrahlungen des Kehlkopfes. Die Bestrahlungen, zweimal wöchentlich je eine Erythemdose (10 Wehnelt Aluminiumfilter 3 mm), wechselnd auf jede Seite des Halses gegeben, bewirken anfangs eine starke Hyperämie der ganzen Kehlkopfschleimhaut. Nach etwa 6wöchentlicher Behandlung beginnt die Stimme wieder etwas Klang zu bekommen.

Anfang Okt. 17: Besserung der Stimme hält an. Geschwüre am linken Stimmband und an der Rückwand in Rückbildung begriffen.

Bei der Entlassung nach einigen Monaten ergibt die Untersuchung des Kehlkopfes: Kehlkopfschleimhaut gerötet. Linkes Stimmband und aryepiglottische Falten noch infiltriert, aber nicht mehr so wulstig wie vor Beginn der Kur. Der belegte Grund der Geschwüre ist verschwunden, alles ist überzogen mit roter Schleimhaut. Der Defekt im linken Stimmband bedingt eine dauernde, nicht zu behebende Heiserkeit der Stimme, die jedoch im ganzen Klang bekommen hat. Mit Rücksicht auf das Lungenleiden, welches eine wesentliche Besserung nicht erfahren hat, ist die Voraussage auch für das Kehlkopfleiden als zweifelhaft zu stellen.

10. Fall von Drüsentuberkulose.

30jährige Frau aus gesunder Familie hat seit einigen Monaten eine größere Zahl von Knoten an der linken Halsseite verspürt. Dieselben brachen teilweise auf und

[1]) Die Einzeldosis ist eine Erythemdose nach Sabouraud Noiré, gemessen bei Aluminiumfilter 3 mm und 10—12 Wehnelt Röhrenhärte. Der Bestrahlungsapparat ist das Apex-Instrumentarium von Reiniger, Gebbert & Schall mit der Müllerschen Siederöhre.

sonderten etwas Eiter ab. Es wurde der Versuch einer Heilung des Leidens durch Operation gemacht, jedoch bildeten sich bald darnach wieder neue Knoten, auch blieben einzelne Fisteln bestehen.

Bei Beginn der Röntgenbestrahlungen war der Befund folgender:

Etwas blasse, sonst genügend genährte, gut gebaute Frau.

Innere Organe gesund.

An der linken Halsseite eine Narbe, welche sich vom Kieferwinkel an bis dicht an das Schlüsselbein erstreckt und von geröteter und geschwollener Haut umgeben ist. Im oberen Drittel fühlt man eine etwa kleinapfelgroße Geschwulst, welche wenig beweglich und von der Umgebung schwer abgrenzbar ist. Sie entleert auf Druck etwas bröckligen Eiter. Im Verlauf der Narben fühlt man einzelne kleinere Drüsenknoten. Im unteren Teil finden sich in der Umgebung der Narbe zwei Öffnungen eines Fistelganges, welcher von der obengenannten Drüsengeschwulst sich unter die Haut des Halses nach unten hin erstreckt.

Der Kopf wird von der Patientin etwas nach links geneigt gehalten. Seitliche Drehungen des Kopfes sind stark behindert. Die erste Bestrahlung erfolgt mit zwei Erythemdosen (3-mm-Alum. 12 W.). Am nächsten Tage ist die Geschwulst am Halse und ihre Umgebung stärker geschwollen und entleert reichlich dünnflüssigen Eiter. Patientin klagt über Kopfschmerzen, Mattigkeit und hat eine etwas über 38° C erhöhte Temperatur. Patientin erhält die Anweisung, einige Tage feuchtwarme Umschläge zu machen und dann wieder zu kommen. Die Bestrahlung wird in 3—4tägigen Pausen zunächst fortgesetzt, bis jedes Feld vier Erythemdosen erhalten hat. Schon die erste Bestrahlungsreihe hat eine wesentliche Abschwellung der Drüsengeschwulst und eine verbesserte Beweglichkeit des Halses herbeigeführt. Dabei ist jedoch jedesmal erkennbar, daß der Bestrahlung eines Feldes zunächst eine stärkere Hyperämie und vermehrte Absonderung der einzelnen Herde folgt.

Die Bestrahlung wird in 3wöchigen Pausen fortgesetzt und weiterhin mit Einspritzungen von Landmannschem Tuberkulol kombiniert. Nach etwa 6monatlicher Behandlung haben sich die Fisteln am Halse geschlossen und die kleinapfelgroße Geschwulst ist etwa auf Kirschgröße zurückgegangen. Der Hals ist völlig frei beweglich.

11. Fall von Lungentuberkulose.

25jähriger Arbeiter, im März 16 im Kriege verschüttet, gibt an, seitdem lungenleidend zu sein.

Großer, schlank gebauter Mann. Brustkorb flach. Temperatur leicht erhöht. Puls 80—90 in der Minute.

Die Beklopfung der Lungen ergibt: Mäßige Dämpfung des Schalles über der linken Spitze, links hinten oben bis zur Schulterblattgräte und links vorn bis zur zweiten Rippe, ferner rechts über der Lungenspitze und in der rechten Achselhöhlengegend, sowie vom rechten Schulterblattwinkel abwärts mit verminderter Verschieblichkeit der rechten unteren Lungengrenze. Über beiden Lungen ist das Atmungsgeräusch unbestimmt und abgeschwächt. Über der rechten Lungenspitze Inspirium etwas hauchend, links hinten oben feuchte Rasselgeräusche beim Inspirium, rechts hinten oben stark hauchendes verlängertes Exspirium, links oben unbestimmtes rauhes Atmen.

Röntgenaufnahme: Ergibt eine diffuse Trübung beider Lungenspitzen und einzelne etwa linsengroße dichtstehende Flecke in der linken Spitze, beide Lungenfelder zeigen starke Hilusschatten, von welchen aus sich dichtere Stränge mit eingelagerten dichteren Flecken besonders nach den Lungenspitzen hin erstrecken.

Auswurf: Schleimig-eitrig. Tbk. —.

Behandlung: Röntgentiefenbestrahlung der verschiedenen erkrankten Lungenfelder. In der ersten Zeit der Behandlung tritt fast regelmäßig im Anschluß an eine Bestrahlung (eine Erythemdose auf ein Lungenfeld) eine mehrtägige Fieberbewegung auf (vgl. Kurve 9).

Später Kombination der Kur mit Quarzsonnebestrahlungen und Tuberkuloleinspritzungen.

Nach einigen Monaten gebessert und arbeitsfähig entlassen.

12. **Fall von Lungentuberkulose.**

37jähriger Patient leidet seit längerer Zeit an Husten, Auswurf und Atemnot.

Befund am 19. XII. 16: Mittelgroßer schwächlicher, abgemagerter Mann von blasser Gesichtsfarbe.

Der Klopfschall ist gedämpft über beiden Lungenspitzen oben und hinten beiderseits bis zur Mitte des Schulterblatts, rechts vorn bis zur dritten Rippe, links vorn bis zur zweiten Rippe, ferner rechts hinten unten vom Schulterblattwinkel abwärts.

Das Atemgeräusch ist über den gedämpften Teilen von hauchendem Charakter, an verschiedenen Stellen mit trockenen und feuchten Rasselgeräuschen vermischt.

Im Auswurf: T.-B. reichlich +. Temperatur zeigt tägliche Erhebungen bis 38° C.

Röntgenaufnahme: Rechte Lungenspitze kleiner als die linke und ganz getrübt, das ganze übrige rechte Lungenfeld zeigt diffuse wolkige Trübung, welche besonders dicht nach abwärts wird und vom Zwerchfell nicht scharf abgegrenzt werden kann. Der linke Hilusschatten breitet sich in fächerförmiger, etwa dreifingerbreiter, fleckiger Trübung in das mittlere linke Lungenfeld aus.

Behandlung: Bestrahlungen mit künstlicher Höhensonne, später Röntgentiefenbestrahlungen und Tuberkulin.

19. VI. 17. **Befund bei der Entlassung:** Allgemeinzustand gebessert. Temperatur regelrecht. Auswurf nicht mehr vorhanden.

Die Dämpfungen über beiden Lungenspitzen bestehen wie früher, die Dämpfung über dem rechten Unterlappen ist aufgehellt. Das Atemgeräusch ist über den Lungenspitzen abgeschwächt und hauchend, rechts hinten unten sind vereinzelte feuchte Rasselgeräusche vorhanden. Die Röntgenaufnahme läßt eine erhebliche Aufhellung des rechten Lungenfeldes erkennen, links besteht noch eine stärkere fleckige Trübung im Hilusgebiet.

13. **Fall von chronischer eitriger Bronchitis.**

53jähriger Arbeiter klagt über Schmerzen auf der Brust, Husten und Auswurf seit längerer Zeit.

Befund am 12. III. 17: Abgemagerter, sehr gealterter Mann.

Klopfschall über beiden Lungen schachteltonähnlich, untere Lungengrenzen stehen vorn rechts am unteren Rand der siebenten Rippe und hinten in Höhe des ersten Lendenwirbeldorns und sind um etwa einen Querfinger breit verschieblich. Das Atemgeräusch wird durch ausgedehnte trockene und feuchte Rasselgeräusche verdeckt.

Der Auswurf ist reichlich eitrig, dreigeschichtet, übelriechend und enthält massenhaft Strepto- und Staphylokokken neben Stäbchen.

Die Temperatur ist in den ersten 2 Monaten der Behandlung erhöht und zeigt tägliche Schwankungen bis über 38,5° C.

Die Behandlung erfolgt zunächst mit Einspritzungen einer Mischvakzine (Strepto-

und Staphylokokken) später werden Röntgentiefenbestrahlungen und Höhensonnebehandlung damit verbunden.

Nach der Vakzination sowie auch nach den Röntgentiefenbestrahlungen erfolgt anfänglich Zunahme des Auswurfs, in welchem massenhaft Bakterien aller Art entleert werden. Bei der Fortsetzung der Behandlung lassen die Beschwerden nach, der Allgemeinzustand hebt sich, der Auswurf mindert sich dauernd und wird schleimig-eitrig.

13. VII. 17. Befund bei der Entlassung: Allgemeinzustand gut. Die Lungen zeigen mäßigen Tiefstand, ihre unteren Grenzen sind um zwei Querfinger breit verschieblich. Das Atemgeräusch ist abgeschwächtes Bläschenatmen ohne Nebengeräusche. Auswurf ist nicht mehr vorhanden.

14. Fall von Basedow'scher Krankheit.

46jährige Frau leidet seit einigen Jahren an Herzklopfen, Unruhe und hat ein stärkeres Hervortreten ihrer Augen bemerkt. In letzter Zeit haben sich dazu Durchfälle und schmerzhafte Schwellung beider Unterschenkel gesellt, so daß sie das Krankenhaus aufsucht.

21. V. 17. Blasse, schwächliche Frau, mittelgroß, Gewicht 42 kg. Exophthalmus, Graefesches, Stellwagsches und Möbiussches Zeichen vorhanden. Deutlicher Tremor der ausgestreckten Hände. Schilddrüse seitliche Lappen im ganzen vergrößert und hart, auf Druck schmerzhaft, keine einzelnen Knoten. Puls 120—140 in der Minute, sehr klein und unregelmäßig. Dünne Stuhlentleerungen drei- bis viermal täglich. Beide Unterschenkel bis zu den Knien zeigen eine derbe, sehr schmerzhafte Schwellung der Haut und lebhafte Rötung. Die Temperatur zeigt täglich Erhöhungen bis zu 38,5° C. Bei Behandlung mit Bettruhe, Diät, Umschlägen und Einspritzungen von Solarson bessert sich der Allgemeinzustand etwas, die Ödeme gehen zurück, doch mindert sich das Gewicht zuerst in den ersten 8 Tagen auf 40 kg, um nach weiteren 8 Tagen den früheren Stand wieder zu erreichen. Der Zustand bleibt in den nächsten Wochen ziemlich gleichmäßig.

1. Bestrahlung am 12. VI. 17 (1/2 Erythemdose 3-mm-Al. 12 Wehnelt) auf linken Lappen der Schilddrüse bewirkt mäßige Zunahme der Schwellung dieses Lappens und vorübergehende Zunahme der Beschwerden.

2. Bestrahlung am 16. VI. 17 (1/2 Erythemdose wie vorher) auf die rechte Seite der Schilddrüse bewirkt wiederum vorübergehende Steigerung der subjektiven Beschwerden, vermehrte Schwellung des Drüsenlappens und eine mäßige Erhöhung der Temperatur, welche einige Tage anhält (vgl. Kurve 10).

18. VI. 17. Patientin gibt an, sich wohler zu fühlen und wünscht dringend Fortsetzung der Bestrahlungen.

19. VI. 17: Eine Erythemdose linker Drüsenlappen.

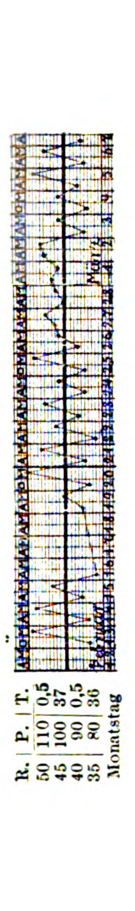
23. VI. 17: Eine Erythemdose rechter Drüsenlappen.

26. VI. 17: Eine Erythemdose linker Drüsenlappen.

29. VI. 17: Eine Erythemdose rechter Drüsenlappen.

3. VII. 17: Je eine Erythemdose rechter und linker Drüsenlappen.

8. VII. 17. Patientin wird erheblich gebessert entlassen. Die Schwellung der Schilddrüse ist geringer geworden, desgleichen der Exophthalmus. Die Temperatur ist fast regelrecht, der Puls noch beschleunigt und klein, das Gewicht unverändert. Die Durchfälle haben aufgehört. Die Schwellung an den Unterschenkeln ist verschwunden. Patientin bleibt längere Zeit in Nachbehandlung. Sie ist heute völlig beschwerdefrei.



Kurve 9 (zu Fall 11).

Lungentuberkulose.

○ Röntgentiefenbestrahlung.



Kurve 10 (zu Fall 12).

Fall von Basedowscher Krankheit.

○ Röntgentiefenbestrahlung.

× Höhensonnebestrahlung.

15. Fall von Pylorospasmus (Ulcus duodeni).

$4^{1}/_{2}$jähriges Kind bricht seit einigen Monaten fast nach jeder Mahlzeit.

11. XII. 17. Etwas pastöses Aussehen. An Hals und Kieferwinkel geschwollene Drüsen. Lunge und Herz ohne Befund. Leib aufgetrieben, prall gespannt, in der Oberbauchgegend, besonders rechts vom Nabel, etwas schmerzhaft.

Röntgenuntersuchung (Citobarium). Magen als schlaffer Sack mehrere Querfinger breit unter dem Nabel herunterhängend, quergestellt. Pylorus und Duodenum nicht abgrenzbar. Nach 2 und 3 Stunden noch erheblicher Rest, der etwa einem Drittel des Speisebreis entspricht (vgl. Tafel II, Abb. 1 u. 2). Benzidinprobe im Stuhlgang negativ.

Behandlung: Diät, Belladonna. Umschläge. Bei vorsichtiger Diät bricht das Kind nur vereinzelt nach der Mahlzeit.

Eine zweite Röntgenaufnahme nach etwa 4 Wochen läßt keine Besserung der motorischen Funktion des Magens erkennen.

Jan. 18. Röntgentiefenbestrahlung der Pylorusgegend wird begonnen. Es werden je vier filtrierte Erythemdosen in Abständen von einigen Tagen gegeben.

Im Verlauf der Behandlung klagt das Kind über stärkere Leibschmerzen, dabei tritt eine mehrtägige Fieberbewegung teilweise bis 39,5° C auf. Im Anschluß daran sind die Leibschmerzen verschwunden, das Kind wird allmählich an normale Kost gewöhnt, ohne daß irgendwelche Medikamente gegeben werden.

Röntgenaufnahme am 8. II. 18 (Tafel II u. III, Abb. 3 u. 4). Erstes Bild nach dem Eingeben des Speisebreis (Citobarium): Magen in Syphonform, etwas verbreitert, lebhafte Peristaltik, in der Duodenalgegend ein deutlicher Fleck. Nach 2 Stunden geringer Rest im Magen.

18. II. 18. Das Kind verträgt alle Kost, auch Kriegsbrot, und wird mit 2 kg Gewichtszunahme beschwerdefrei entlassen.

16. Fall. 26jähriges Mädchen leidet angeblich seit 9 Jahren an Magengeschwür, klagt über Schmerzen in der Magengegend und im Rücken.

29. VI. 16. Blasses Mädchen. Zunge stark belegt.

Klopfschall über der linken Lungenspitze gedämpft mit rauhem unbestimmten Atmen.

Temperatur bei Bettruhe leicht erhöht, zeigt tägliche Schwankungen bis 38° C.

Leib in der Mitte zwischen Nabel und Schwertfortsatz stark druckempfindlich, Boasscher Punkt links hinten stark schmerzhaft.

Benzidinprobe mehrfach deutlich positiv.

Röntgenaufnahme (Citobarium): Magen in zwei Teile geteilt, oberer Teil etwas sackartig erweitert, unterer Teil etwas schlaff und verbreitert. Bulbus duodeni deutlich erkennbar. Beide Teile des Speisebreis sind durch eine etwa zwei Querfinger breite Stelle unterbrochen, durch welche strahlenförmig Streifen des Bariumbreis hindurchziehen (vgl. Tafel III, Abb. 5). Nach 2 Stunden noch mäßiger Rest im oberen Teil des Magens, auch im unteren Teil noch ein deutlicher Rest.

Behandlung: Zunächst Bettruhe, Diät, Umschläge und Belladonna. Darnach keine wesentliche Besserung.

Nach 4 Wochen erste Röntgentiefenbestrahlung der schmerzhaften Gegend des Magens. Darnach wird erhebliche Zunahme der Schmerzen angegeben. Fortsetzung der Kur in Abständen von 3—4 Tagen je eine Erythemdose filtriert 3-mm Al. Die Beschwerden von seiten des Magens lassen nach.

Im Anschluß an eine zweite Bestrahlungsreihe nach 3 Wochen behauptet Patientin beschwerdefrei zu sein.

17. X. 16. **Röntgenaufnahme:** Der Magen ist gleichmäßig gefüllt, im oberen Teil etwas breit und zeigt gute Peristaltik (Tafel III, Abb. 6). Nach 2 Stunden ist er völlig entleert.

30. X. 16. Patientin wird beschwerdefrei entlassen. Benzidinprobe bei wiederholten Untersuchungen ist negativ.

Die Art der Einwirkung von Röntgentiefenbestrahlungen bei inneren Krankheiten.

Im allgemeinen wird bei den Bestrahlungen von Geschwülsten, insbesondere Karzinomen und Sarkomen, angenommen, daß die Röntgenbestrahlungen eine die Geschwulstzellen elektiv schädigende Wirkung haben, ähnlich wie dies ja auch für die Generationszellen von Eierstöcken und Hoden zutrifft. Für die Mehrzahl der oben angeführten inneren Erkrankungen kann jedoch die unzweifelhaft feststehende Wirkung der Röntgentiefenbestrahlung auf diese Weise nicht erklärt werden. Bacmeister[1]) nimmt auf Grund von Tierversuchen an, daß durch gefilterte harte Röntgenstrahlen das tuberkulöse Granulationsgewebe in den Lungen zerstört und durch narbiges Bindegewebe ersetzt wird. Es ist wohl nicht daran zu zweifeln, daß die hier festgestellte Wandlung des tuberkulösen Granulationsgewebes in narbiges Bindegewebe tatsächlich erfolgt, doch glaube ich nicht an eine direkte Zerstörung des tuberkulösen Gewebes durch die Röntgentiefenbestrahlung. Wenn wir von dem ausgehen, was wir tatsächlich bei den dem Auge zugänglichen tuberkulösen Erkrankungen, z. B. Drüsengeschwülsten, sehen, so tritt bei ihnen unter dem Einfluß der ersten Tiefenbestrahlungen eine starke Hyperämie auf, die sich durch Schwellung, Rötung, vermehrte Absonderung, schnellere Einschmelzung usw. zu erkennen gibt. Erst sekundär erfolgt durch diese Hyperämie die Zerstörung des tuberkulösen Gewebes und seine Ersetzung durch Narbengewebe. In gleicher Weise sieht man bei Tiefenbestrahlung eines Lupus, des tuberkulös erkrankten Kehlkopfes usw. eine starke Hyperämie als Folge der ersten Tiefenbestrahlung auftreten. Auch die Einwirkung der harten gefilterten Röntgenstrahlen auf tuberkulöse Lungen gibt sich anfänglich durch Zunahme von Rasselgeräuschen, Vermehrung des Auswurfes, Fieber (vgl. Kurve 9) usw. zu erkennen und ist in ähnlicher Weise als eine in den Krankheitsherden erzeugte Hyperämie zu deuten. Erst sekundär bewirkt diese Hyperämie die Zerstörung des tuberkulösen Gewebes und seine Umwandlung in Narbengewebe und ist demnach der Tuberkulinbehandlung durchaus an die Seite zu stellen. Ganz allgemein müssen wir daher der Röntgentiefenbestrah-

---

[1]) Die Erfolge der kombinierten Quarzlicht-Röntgentiefentherapie bei der menschlichen Lungentuberkulose. Dt. med. Woch. 4, 1916.

lung die Fähigkeiten zuschreiben, in chronisch entzündlichen Geweben durch Erzeugung aktiver Hyperämie Resorptions- und Heilungsvorgänge anzubahnen.

Das erklärt z. B. auch den Einfluß der Röntgenbestrahlung auf die Basedow-Schilddrüse, welche auch deutliche Anschwellungen der bestrahlten Teile im Anfange der Behandlung zu erkennen gibt, und würde auch ebenso die Einwirkung auf Magengeschwüre, chronisch erkrankte Gelenke, chronisch neuritische Prozesse usw. verständlich machen.

Röntgentiefenbestrahlung bei tuberkulösen und anderen Lungenerkrankungen.

Wenn ich auf die einzelnen Krankheitsformen noch näher eingehe, so stimme ich Bacmeister durchaus darin zu, daß die hochvirulente und schnell destruierende Lungentuberkulose sich nicht für diese Behandlung eignet, ebensowenig wie für eine Tuberkulinkur.

Die besten Erfolge werden erreicht bei stationären und sich langsam ausbreitenden Erkrankungen, doch möchte ich im Gegensatz zu Bacmeister auch exsudativ-käsige Prozesse nicht unbedingt ausschließen, wie dies z. B. der günstige Erfolg im Falle 12 zeigt. Andererseits lehren die Erfahrungen in der Behandlung von oberflächlich gelegenen tuberkulösen Erkrankungen (Drüsen, Lupus usw.) wie langsam sich die Heilwirkung bei diesen der Strahleneinwirkung besonders zugänglichen Prozessen vollzieht, und lassen die Erwartungen für eine schnelle Beeinflussung von tuberkulösen Lungenerkrankungen im Sinne einer wirklichen Heilung nicht zu hoch stellen. Nur monatelang fortgesetzte Kuren können da einen Dauererfolg erzielen, und halte ich eine Unterstützung der Röntgentiefentherapie durch gleichzeitige Tuberkulinkur und Allgemeinbestrahlungen mit Quarzsonne für dringend erwünscht.

Ein besonders günstiges Feld für die Röntgentiefenbestrahlung scheinen mir chronisch entzündliche Prozesse der Hilusgegend, wie sie besonders bei Pleuritiden, nicht völlig gelösten Lungenentzündungen usw. zurückbleiben, zu sein. Hier bewirken oft schon kurz dauernde Röntgenbehandlungen eine rasche Aufhellung der diffusen Trübungen der Hilusgegend und Wiederherstellung der Funktionen der erkrankten Lungenteile.

Abgesehen von den tuberkulösen Lungenerkrankungen werden auch chronische Bronchitiden durch eine über die gesamten Lungen verteilte Röntgentiefenbestrahlungskur günstig beeinflußt. Ich verweise hier besonders auf den Krankheitsfall 13. Die Wirkung besteht ebenfalls in Zunahme der Rasselgeräusche und des Auswurfs. Auch hier empfiehlt sich die Kombination mit einer Vakzinationskur (Autovakzination), wie ich sie bei diesem Kranken durchgeführt habe.

Eine Besserung von asthmatischen Erkrankungen durch Röntgentiefenbestrahlungen ist bei leichteren Zuständen deutlich erkennbar, in schwereren, veralteten Fällen sind jedoch rasche Erfolge nach meinen Erfahrungen nicht zu erzielen. Es ist vielfach die Ansicht ausgesprochen, daß die spastischen Zustände bei Bronchialasthma durch die Röntgentiefenbestrahlung bald beseitigt werden, doch kann ich dieser Auffassung nicht beitreten. Im Gegenteil folgen den ersten Bestrahlungen deutliche Reizungen der Bronchialschleimhaut, die sich anfangs durch starke asthmatische Anfälle mit reichlicher Expektoration zu erkennen geben. Auch im weiteren Verlauf der Behandlung, die sich auf Monate zu erstrecken hat, sind nur ganz allmählich Besserungen zu erzielen, und noch für längere Zeit hin wird jede Bestrahlung mit einer vorübergehenden Reizung der Bronchialschleimhaut beantwortet. Auch hier sind also günstige Wirkungen nur durch Hyperämisierung der Bronchialschleimhaut zu erreichen und führen erst mit einer Rückbildung der chronisch-entzündlichen Schwellung zu einer Minderung der spastischen Zustände.

Röntgentiefenbestrahlung bei Basedowscher Krankheit und Dysthyreoidismus.

Von den Basedow-Erkrankungen ist in der Literatur vielfach berichtet worden, daß sie durch Röntgentiefenbestrahlung günstig beeinflußt wird. Auch ich habe besonders in Fällen von Dysthyreoidismus eine ziemlich rasche Beseitigung der Krankheitserscheinungen eintreten sehen, doch empfiehlt sich auch hier zur dauernden Beseitigung der krankhaften konstitutionellen Anlage, auf deren Boden der Dysthyreoidismus sich entwickelt, die Kombinierung mit einer Allgemeinbehandlung (Eisenarsenpräparate, Bäder, Quarzsonnebestrahlungen usw.). Ferner ist zu betonen, daß dem Dysthyreoidismus nicht selten eine latente Tuberkulose zugrunde liegt und daher auch Tuberkulinkuren die günstige Wirkung der Röntgenbestrahlungen unterstützen können. In ausgesprochenen Fällen von Basedowscher Erkrankung muß die Röntgenbestrahlung eine sehr vorsichtig einschleichende sein. Ich beginne die Behandlung mit $^1/_2$ Erythemdose, harten gefilterten Strahlen auf eine Seite der Schilddrüse, warte das Abklingen der Reizerscheinungen ab und lasse dann die gleiche Dose auf andere Teile der Schilddrüse in mehrtägigen Zwischenräumen einwirken. Erst allmählich folgt eine intensivere Bestrahlung der einzelnen Felder bis zu einer Gesamtdosis von vier Erythemdosen gefilterter, harter Strahlung auf jedes Feld. Eine 3—4wöchige Pause wird dann durch eine Allgemeinbehandlung mit Eisenarsenpräparaten, Bädern, Quarzsonnebestrahlungen usw. ausgefüllt. Es gelingt so, auch schwere Erkrankungen weitgehend zu bessern, wie dies z. B.

der Krankheitsfall 14 beweist. Die Kranke war bei ihrer Einlieferung in das Krankenhaus vom behandelnden Arzt aufgegeben und hätte schwerlich den Eingriff einer Operation überstanden.

Röntgentiefenbestrahlung bei Pylorusspasmus und Magengeschwüren.

Über Röntgentiefenbestrahlungen bei Magenerkrankungen habe ich zunächst die Angaben von Brügel[1]) gefunden. Nach seinen Anschauungen setzen Allgemeinbestrahlungen der Magengegend Hyperchlorhydrie ohne Ulkuserscheinungen herab. Bei chronischem Ulkus erfolgt die Herabminderung wesentlich langsamer, weshalb Brügel eine Kombination mit Diathermie empfiehlt. Wilms[2]) hat die Röntgenbestrahlung bei Pylorusspasmus, wobei er Besserung sowie Heilung gesehen hat, angewendet und zieht Versuche der Röntgentherapie bei ulcus duodeni in Erwägung.

Beide Autoren sehen wohl im wesentlichen die günstigen Erfolge in einer Beeinflussung der Magennerven und dadurch bewirkter Minderung von hypersekretorischen und spastischen Zuständen. Auch in bezug auf die Ätiologie der Magenerkrankungen und auch der Magengeschwüre wird ja heute von manchen Autoren ein großes Gewicht auf nervöse Reizzustände gelegt, ich erinnere nur an die Lehre der Vago- und Sympathikotonie.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß wir bei vielen Magenleidenden nervöse Abweichungen finden, welche für Reizungen im Gebiete des Sympathikus oder Vagus sprechen, doch ist die Frage nach den Ursachen dieser krankhaften nervösen Zustände nicht gelöst. Auch die Sympathiko- und Vagotonie sind Symptome, welche ein Ausdruck einer krankhaften Veränderung der Konstitution sind, und deshalb nicht ein primäres, sondern ein sekundäres Leiden darstellen. Auch die vielfachen pathologischen Einflüsse, die wir der Erkrankung von Drüsen mit innerer Sekretion zuweisen, lassen die Frage nach der Ätiologie damit noch nicht gelöst erscheinen, sondern beruhen auch wieder auf primären Ursachen, welche wir im Einzelfall zu erforschen suchen müssen. So steht für die Addisonsche Erkrankung fest, daß in der Mehrzahl der Fälle die krankhaft oder nicht mehr funktionierenden Nebennieren tuberkulös geworden sind, so liegt dem Dysthyreoidismus nicht selten eine latente Tuberkulose zugrunde, so kann eine luetische Erkrankung des Pankreas einen Diabetes

---

[1]) Beeinflussung des Magenchemismus. Mün. med. Woch. 19, 1916.

[2]) Röntgenbestrahlung bei Pylorusspasmus. Mün. med. Woch. 30, 1916.

bewirken und durch eine antiluetische Therapie geheilt werden und dergleichen mehr.

Wir können daher bei der Erklärung krankhafter Zustände des Magens uns mit der Feststellung einer Vago- und Sympathikotonie nicht begnügen, sondern müssen nach der primären Ursache dieser Zustände forschen. Da gibt uns zunächst die Tatsache, daß eine nicht geringe Zahl von Erkrankungen der Bauchorgane auf luetischer Grundlage beruht, einen willkommenen Fingerzeig. Ich verweise hier auf die Arbeit von Hausmann[1]), der auch für die Entstehung von Magengeschwüren, insbesondere des ulcus rotundum, die Bedeutung der luetischen Infektion zwingend darlegt. Dies weist uns auf die vielfach vertretene Theorie hin, daß die Magengeschwüre auf hämatogenem Wege entstehen. Dafür sprechen auch weitere klinische Tatsachen. Wir sehen gelegentlich bei Sektionen von Typhuskranken und auch von Ruhrkranken Geschwüre im Magen. Auch manche Kranken mit Magengeschwür geben an, daß ihr Magenleiden die Folge von vorausgegangenen akuten Darmerkrankungen, auch ruhrartigen Zuständen gewesen sei.

Gelegentlich wird eine Angina oder Influenza als Vorläufer des Magenleidens angeschuldigt, es handelt sich also vielfach um Infekte, bei welchen wir auf hämatogenem Wege bakterielle Embolien im Bereich der Magenschleimhaut mit nachfolgender Nekrose und Geschwürsbildung uns als Ursache vorstellen können. Weiterhin scheint mir vielfach auch die latente Tuberkulose den Boden für die Entwicklung von Magengeschwüren zu bereiten. Wer Kranke mit Magengeschwüren eingehend über ihre Vorgeschichte befragt, wird nicht selten hören, daß sie aus tuberkulösen Familien stammen, an Lungenspitzenkatarrh früher gelitten haben oder noch die Zeichen einer latenten Tuberkulose darbieten. Regelmäßig durchgeführte Temperaturmessungen lassen bei Kranken mit Magengeschwüren tägliche Temperaturerhebungen bis über 37,5° C (Achselhöhlentemperatur) erkennen, wie ich dies nicht selten habe feststellen können.

Der Annahme der latenten Tuberkulose entsprechend fällt auch bei Kranken mit Magengeschwüren häufig eine Tuberkulinreaktion positiv aus, und zwar nicht allein insofern, als eine Allgemeinreaktion eintritt, sondern auch stärkere Magenbeschwerden, vermehrte Schmerzen geklagt werden und auch eine gesteigerte Druckempfindlichkeit der Geschwürsgegend angegeben wird. Diese von mir ziemlich häufig festgestellten Beobachtungen legen die Annahme nahe, daß die Entstehung des Magengeschwürs nicht selten in einer gewissen Beziehung zum tuberkulösen

[1]) Die luetischen Erkrankungen der Bauchorgane. 1913.

Grundleiden steht, sei es, daß es sich um eine auf embolischem Wege entstandene Form der entzündlichen Tuberkulose im Sinne Poncets handelt, oder auch die häufige Begleiterin der Tuberkulose, die Mischinfektion auf hämatogenem Wege lokale Nekrosen in der Magenschleimhaut und Geschwürsbildung hervorgerufen hat.

In der eben dargelegten Auffassung, daß die Magengeschwüre chronisch entzündlich durch bakterielle Embolien entstandene Prozesse sind, habe ich die Röntgentherapie bei ihnen in Anwendung gezogen. Dabei habe ich mich nicht bestrebt, durch Allgemeinbestrahlung der Magengegend die Sekretion zu beeinflussen, sondern direkt den erkrankten Herd der Wirkung der Tiefenbestrahlung auszusetzen. Durch Röntgenuntersuchung wurde die auf Geschwürsbildung verdächtige Stelle in ihrer Lage zur Haut bestimmt und entsprach auch fast stets genau dem bei der Palpation festgestellten schmerzhaftesten Punkt der Magengegend. Diese Stelle wurde nun mit breiter Tubusöffnung von vorn und von rückwärts bestrahlt, in dem zunächst je 1—2 Erythemdosen (10—12 Wehnelt-Aluminiumfilter, 3 mm) gegeben wurden. Es wurden dann in Abständen von 2—3 Tagen die Bestrahlungen wiederholt, indem in einer Serie je vier Erythemdosen von vorn und von rückwärts verabfolgt wurden. Die Wirkung der ersten Bestrahlungen äußerte sich zunächst fast stets in Zunahme der örtlichen Schmerzen und subjektiven Beschwerden, sowie auch nicht selten in mäßiger Temperatursteigerung, welche in einzelnen Fällen mehrere Tage angehalten hatte.

Die Mehrzahl der so bestrahlten Kranken hat schon am Ende der ersten Behandlungsserie eine erhebliche Besserung ihrer subjektiven Beschwerden angegeben. Es handelt sich dabei vielfach um Krankheitsfälle, die schon lange mit allen möglichen internen Mitteln ohne wesentlichen Erfolg behandelt waren. In der Mehrzahl der Fälle genügten 2—3 Bestrahlungsserien, um die Kranken von ihren subjektiven Beschwerden zu befreien, wieder arbeitsfähig zu machen und an gewöhnliche Kost zu gewöhnen.

Besonders günstig für die Röntgenstrahlenbehandlung erwiesen sich die so häufigen Fälle von Pylorusspasmus, bei denen nach der Röntgenuntersuchung meist ein Ulkus in der Nähe des Pylorus als vorliegend angenommen werden mußte. Hier ließ auch die Untersuchung vor und nach der Röntgenbestrahlung häufig eine erhebliche Besserung der motorischen Funktion erkennen. Die Tiefenbestrahlungen sind natürlich da zwecklos, wo es sich um eine durch Narbenbildung entstandene Duodenalstenose handelt, die die richtige Entleerung des Magens verhindert. Sie kann nur da von Nutzen sein, wo es sich um einen funktionellen Pylorospasmus, der durch ein Geschwür oder eine anderweitige entzündliche

Ursache unterhalten wird, handelt. Der gelungene Nachweis von okkultem Blut im Stuhl kann dabei häufig einen wichtigen Hinweis geben, ferner ist der Grad der motorischen Insuffizienz, die anfangs bei der Röntgenschirmbeobachtung festgestellte rasche Entleerung in das Duodenum ein Fingerzeig dafür, ob die im weiteren Verlauf der Untersuchung festgestellte motorische Störung durch spastische Zustände bedingt ist. Wie erhebliche Grade motorischer Insuffizienz durch spastische Zustände bedingt sein können, lehrt die Beobachtung des Krankheitsfalles 15, bei welchem die von der Tiefenbestrahlung aufgenommenen Röntgenbilder durchaus den Eindruck einer organischen Stenose machten (vgl. Abb. 1 u. 2) und doch nach der Behandlung eine gute motorische Leistung des Magens erreicht werden konnte (Abb. 3 u. 4).

Meine Erfahrungen über Röntgentiefenbestrahlungen beziehen sich vorwiegend auf Fälle von Pylorusspasmus mit juxtapylorischer Geschwürsbildung, von eigentlichen Magengeschwüren habe ich nur eins mit Röntgentiefenbestrahlung zu behandeln Gelegenheit gehabt. Es handelte sich um einen Fall von Sanduhrmagen etwa in der Mitte des Magenkörpers.

Wiederholtes Blutbrechen, sowie lange dauernder Nachweis von Blut im Stuhl lagen vor, neben heftigen subjektiven Beschwerden.

Die Röntgentiefenbestrahlung der erkrankten Magengegend brachte auch hier eine rasche Besserung der Beschwerden und ließ bei der Entlassung des Kranken nach zwei Bestrahlungsserien eine Wiederherstellung der normalen Funktion des Magens erkennen (vgl. Abb. 5. u. 6).

Auch von den Magengeschwüren werden sich naturgemäß die frischen Geschwüre, welche noch nicht zu penetrierenden geworden sind, in erster Linie eignen. Ferner dürfte es natürlich nicht ratsam sein, im Anschluß an frische Magenblutungen eine Tiefenbestrahlung zu beginnen. Andererseits habe ich bisher bei einer großen Zahl von Kranken, bei denen auch der häufige Nachweis von okkultem Blut im Stuhl mit hoher Wahrscheinlichkeit auf ein Geschwür schließen ließ, niemals einen Nachteil von der Behandlung gesehen.

Was die Beeinflussung des Magenchemismus anlangt, so lassen meine Beobachtungen in einer Reihe von Fällen nicht erkennen, daß die lokale Bestrahlung der erkrankten Magenteile eine wesentliche Änderung der Säurewerte herbeiführt. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß ich hohe Grade von Hyperazidität bei den Kranken der Industriegegend in den letzten Jahren nicht mehr beobachtet habe, eine Tatsache, die wohl in einem gewissen Zusammenhang mit der heutigen fleischarmen Kriegsernährung stehen dürfte. Was die Dauererfolge der Röntgentiefen

bestrahlung anlangt, so habe ich nach den bisherigen Beobachtungen den Eindruck gewonnen, daß die Mehrzahl der Kranken für längere Zeit arbeitsfähig und beschwerdefrei geblieben ist.

Röntgentiefenbestrahlung bei Ischias und chronischem Rheumatismus.

Über die günstige Beeinflussung der Trigeminusneuralgie durch Röntgentiefenbestrahlung berichtet Wilms[1]); auch die Behandlung von Fällen von Ischias ist in der Literatur gelegentlich erwähnt worden. Ich habe in etwa sechs Fällen von Ischias, welche zum Teil von anderer Seite mit antirheumatischen Mitteln und von mir selbst mit Jodnatrium und Wärmeapplikationen vorher behandelt waren, jedoch nicht beschwerdefrei wurden, eine außerordentlich rasche Besserung durch Röntgentiefenbestrahlungen eintreten sehen. Nach der ersten Tiefenbestrahlung (1—2 Erythemdosen, 10—12 Wehnelt-8-mm-Aluminiumfilter) traten einige Stunden später zunächst erneute heftige Schmerzen auf, doch schon am nächsten Tage war eine weitgehende Besserung der Beschwerden unverkennbar und trat noch mehr in die Erscheinung, wenn die Röntgentiefenbestrahlung noch ein- bis zweimal in der gleichen Weise wiederholt wurde. Gewöhnlich genügte eine Bestrahlungsserie, um die Beschwerden völlig zu beseitigen. Nur selten mußte sie nach 3 Wochen wiederholt werden. Die für die Bestrahlung auszuwählende Stelle ist in der Regel die Austrittsstelle des Hüftnerven, welcher ja zumeist die größte Schmerzempfindlichkeit zeigt. Zuweilen ist es auch ratsam, etwas höher heraufzugehen und die seitliche Gegend des Kreuzbeins auf der gleichen Seite mitzubestrahlen.

Nicht minder auffallend ist die Beeinflussung von chronischen Gelenkentzündungen durch Röntgentiefenbestrahlung. In einzelnen Fällen von hartnäckigen Gelenkschwellungen, die z. B. in einzelnen Gelenken nach Ruhrerkrankung, akutem allgemeinen Rheumatismus zurückbleiben, unterstützte die Röntgentiefenbestrahlung, welche von verschiedenen Seiten aus auf das erkrankte Gelenk einwirkte, in auffälliger Weise die Heilung der hartnäckigen Erkrankung. Auch in Fällen von chronischem Gelenkrheumatismus vermochten Röntgentiefenbestrahlungen einzelner Gelenke, besonders der Kniegelenke, neben einer Allgemeinbehandlung mit Quarzsonne eine weitgehende Besserung der Gelenkfunktionen zu erreichen.

---

[1]) Heilung der Trigeminusneuralgie durch Röntgenbestrahlung. Mün. med. Woch. 1, 1918.

Schlußbetrachtung.

Aus vorstehenden Darlegungen geht hervor, daß wir auch in der Röntgentiefenbestrahlung ein wichtiges Heilmittel für eine große Zahl von Erkrankungen auf innerem Gebiete zu erblicken haben. Allerdings müssen wir uns dabei von der Vorstellung frei machen, daß die Röntgentiefenstrahlen dabei irgendwie primär zerstörend auf kranke Gewebe wirken, sondern daß sie im wesentlichen bei chronisch entzündlichen Prozessen eine aktive Hyperämie herbeiführen. Anfangs wirken sie dadurch reizend, fördern aber dann in hohem Maße die Resorption krankhaften Materials und schaffen damit günstigere Bedingungen für eine Ausheilung der krankhaften Prozesse. Die Röntgentiefenbestrahlung verdient somit als physikalisches Heilmittel allerersten Ranges in der inneren Medizin weitgehende Beachtung und Anwendung. Allerdings befinden wir uns noch in vieler Hinsicht im Stadium des Versuchs, so möchte ich z. B. die Frage der Anwendung der Röntgentiefenbestrahlung bei Magengeschwüren noch nicht als endgültig geklärt bezeichnen und durch meine Mitteilungen auf diesem Gebiete nur Anregung zu weiteren Versuchen geben. Doch müssen wir andererseits sagen, daß die bisherige interne Therapie des ulcus ventriculi eine wenig erfreuliche und der bisher als ultima ratio angesehene operative Eingriff teils nicht ungefährlich ist, teils auch nicht immer dauernd hilft. Wir haben daher alle Veranlassung, nach neueren Methoden in der internen Behandlung der Magengeschwüre zu suchen, zumal wenn sie ungefährlich sind.

Die Beobachtungen auf anderen Gebieten der inneren Medizin entsprechen ja vielfach den Erfahrungen, die auch andere Autoren mitgeteilt haben.

Schlußsätze.

1. Quarzsonne- und Röntgentiefenbestrahlungen sind wichtige Heilmittel auf vielen Gebieten der inneren Medizin.

2. Quarzsonnebestrahlungen sind allgemeine Konstitutionsreize, welche zu häufigen Allgemein- und Lokalreaktionen Anlaß geben können und daher individuell und vorsichtig zu dosieren sind.

3. Die Röntgentiefenbestrahlung übt bei der Mehrzahl der inneren Erkrankungen, bei denen sie heute angewendet wird, einen aktiv hyperämisierenden Reiz aus. Auf dieser Eigenschaft beruhen teils ihre Heilerfolge, teils auch ihre Gefahren.

Aus dem Universitätsinstitut für Krebsforschung an der Kgl. Charité.

Experimentelle Studien über die biologische Wirkung des Quecksilber-Quarzlichtes (künstliche Höhensonne) auf die inneren Organe.

Von

R. Gassul.

(Mit 2 Tafeln.)

I.

Die Anwendung des Quarzlichtes in der Therapie von Hautaffektionen, besonders bei der chirurgischen Tuberkulose, hat zahlreiche Erfolge gezeitigt. Eine umfangreiche Literatur der letzten Jahre verkündet über diese wirksame Behandlungsmethode, die nicht nur bei Hautkrankheiten, sondern auch bei inneren und Nervenerkrankungen angewendet wird [1]). Dem ultravioletten Lichte kommt danach eine hohe therapeutische Wirkung zu.

Die ultravioletten Strahlen erreichen im Quarzlichtspektrum nach rechts hinaus eine Wellenlänge von 230 $\mu\mu$. Wir besitzen zurzeit Lichtquellen, die zwar keine homogene Strahlen aussenden, aber reichliche Mengen von Ultraviolett liefern. So sind die sogen. Bach-Lampen, bei denen ein Quecksilberdampfstreifen in einem evakuierten Quarzrohr durch den elektrischen Strom zum Glühen gebracht wird.

Das Ultraviolett hat seit langem schon den Biologen Probleme gestellt, die nur zum kleinen Teil gelöst wurden.

Im Jahre 1894 [2]) hat Quincke gefunden, daß unter dem Einfluß des Lichtes die tierischen Gewebezellen (Blut, Eiter, Muskeln, Niere, Leber) viel mehr Sauerstoff aufnahmen als im Dunkeln. Hertel [3]) hat diese Untersuchungen fortgesetzt, indem er frisches Blut mit der Magnesiumlampe bestrahlte. Letztere liefert bekanntlich kleine Mengen von Ultraviolett. Er hat die Beobachtung gemacht, daß der Absorptionsstreifen des Oxyhämoglobins bis zum Streifen des reduzierten Hämoglobins verschwand. Das Licht befreit also aus den Blutzellen den leicht gebundenen Sauerstoff.

---

[1]) F. Thedering, Das Quarzlicht und seine Anwendung. Oldenburg.

[2]) Arch. f. d. ges. Phys. 57.

[3]) Ztschr. f. Phys. 4.

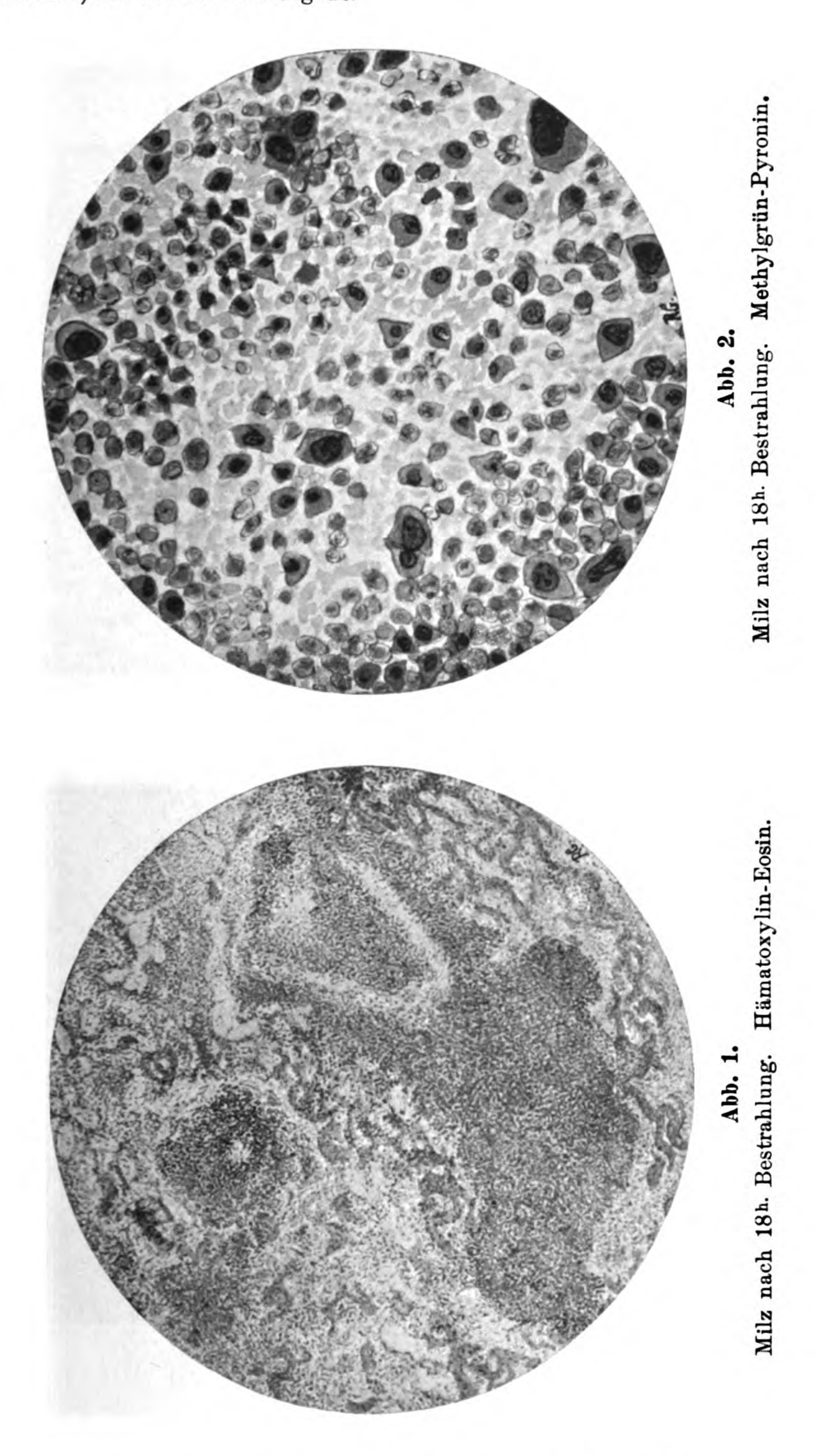


Abb. 2. Milz nach 18^{h}. Bestrahlung. Methylgrün-Pyronin.

Abb. 1. Milz nach 18^{h}. Bestrahlung. Hämatoxylin-Eosin.

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien.



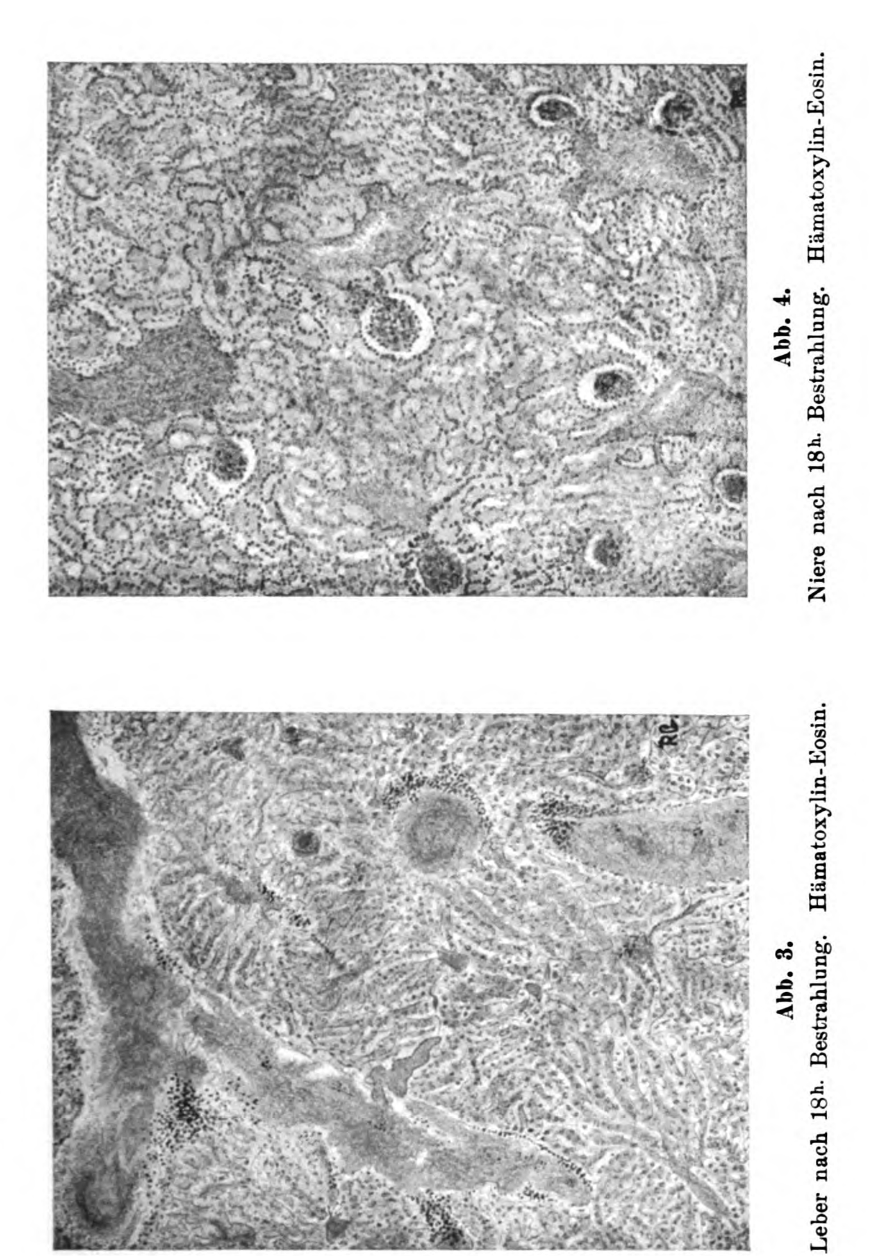


Abb. 4.
Niere nach 18h. Bestrahlung. Hämatoxylin-Eosin.

Abb. 3.
Leber nach 18h. Bestrahlung. Hämatoxylin-Eosin.

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien.

Weitere Experimente ergaben ein elektives Verhalten der Erythrozyten dem ultravioletten Licht gegenüber. So konnte zuerst Hasselbalch[1]) feststellen, daß Lichtstrahlen unter 310 μμ Wellenlänge die lipoide Membran der Erythrozyten auflösen und zur Hämolyse führen. Auch Grober[2]) zeigte, daß die ultravioletten Strahlen, namentlich die sogen. inneren, in hervorragendem Maße im Blute absorbiert werden. Sie erhöhen den Stoffwechsel [Jansen[3])] und wirken durch Labilisierung lipoider Substanzen, die in allen Protoplasmaarten vorhanden sind, beschleunigend auf die Oxydationsprozesse ein. Daß die ultravioletten Strahlen die Zellatmung anregen und die Peroxydase im Blute steigern, haben auch Versuche von Bering und Meyer[4]) bewiesen. Sie konstatierten auch gelegentlich eine Zellschädigung beim Überschreiten der Intensitätsgrenze in der Strahlendosis.

Die neueren Untersuchungen haben noch mehr Licht auf die biologischen Vorgänge im tierischen Körper nach Bestrahlungen mit der „künstlichen Höhensonne" geworfen. Es zeigte sich, daß nicht nur die roten Blutkörperchen, sondern auch die Gefäßwände, besonders der Arterien, sensibel waren; die Strahlen bewirkten eine Erweiterung der Gefäßwand, und die Folge davon war eine mehr oder weniger starke Hyperämie[5]).

Die meisten Autoren, die sich mit dem Studium der biologischen Wirkung der ultravioletten Strahlen befaßt haben, nahmen an, daß sie keine sehr starke penetrierende Wirkung haben und schon in den oberflächlichen Schichten der Haut absorbiert werden. Nach Jansen (l. c.) und Bach[6]) betrug die Penetrationskraft 0,5—0,8 mm. Daß dies aber nicht der Fall ist, haben bereits die Arbeiten von Bering[7]), Heusner und Zimmermann[8]) in überzeugender Weise gezeigt. Die Autoren fanden eine tiefer gehende Einwirkung der ultravioletten Strahlen auf Blut und Lymphgefäße. Sie beobachteten Hyperämie und Serotaxis mit exsudativer Proliferation nach Bestrahlung mit der Quarzlampe.

Die günstigen Resultate, die man neuerdings auch bei inneren Erkrankungen (Tuberkulose) mit diesen Strahlen erzielt haben will, sind aber nicht anders zu erklären als durch die Annahme einer direkten Tiefenwirkung.

Ich habe daher auf Anregung von Herrn Dr. Hans Hirschfeld die Frage nach der Tiefenwirkung der ultravioletten Strahlen im Tierversuch

[1]) Bioch. Ztschr. 19, 1909.
[2]) Ztschr. f. Phys. 10.
[3]) Mitt. a. Fins. med. Inst. 1903, H. 4.
[4]) Strahlentherapie 1 u. 3.
[5]) Gudzent, Strahlentherapie 2.
[6]) Würzb. Abhandl. a. d. gr. Geb. d. pr. Med. 1915.
[7]) Strahlentherapie 7.
[8]) Strahlentherapie 7.

an Ratten und Mäusen studiert, indem ich festzustellen bemüht war, ob sich an den inneren Organen irgendwelche anatomischen Veränderungen nachweisen lassen.

Es liegt bereits eine bemerkenswerte Arbeit von Marg. Levy[1]) vor über die anatomischen Veränderungen an der Milz von mit ultraviolettem Licht bestrahlten weißen Mäusen.

Levy fand an der Milz von den bestrahlten Mäusen eine enorme Hyperämie der Pulpa mit extravasalen Blutungen und eine fast stets auftretende Vergrößerung des Organs.

Als Lichtquelle diente mir die „künstliche Höhensonne" (Bach-Lampe), die uns von Siemens & Halske geliefert wurde. Da wir in unserem Institut auch eine „Neonlampe" besitzen (rotes Licht), so stellte ich auch parallele Versuche mit rotem Licht an.

Ich nahm für meine Versuche weiße Mäuse, und zwar je ein Paar für ein und dasselbe Experiment. Im ganzen wurden von mir 14 Mäusepaare (1—14, Serie A) mit der „Höhensonne" und 4 Paare (1—4, Serie a) mit dem roten Licht bestrahlt.

Der Abstand von der Lichtquelle bis zum Versuchstier betrug bei der „Höhensonne" (vom Quarzrohr berechnet) 45 cm, bei der „Neonlampe" 35 cm. Die während der Bestrahlung sich entwickelnde Temperatur auf der zu bestrahlenden Oberfläche stieg unter dem Quarzrohr bis auf 19° C, unter der „Neonlampe" auf 13—14° C, war also unbedeutend.

Bei 9 Mäusepaaren der Serie A (1—14) habe ich den Rücken enthaart, um die etwaige Absorption von Strahlen zu verhindern. Die Mäuse der Serie a wurden alle enthaart. Jede Bestrahlung dauerte 2 Stunden mit Ausnahme des ersten Mäusepaars der Serie A, das nur 1 Stunde bestrahlt wurde.

Unmittelbar nach einer bestimmten Strahlendosis (in Stunden gemessen) tötete ich die Mäuse und nach Aufnahme des Situs abdominis exstirpierte ich Milz, Leber, Niere und Nebenniere zwecks histologischer Untersuchung. Die Organe legte ich sofort in Orthsche Müller-Formollösung ein und nach der Paraffineinbettung fertigte ich Schnitte an und färbte sie mit Hämatoxylin-Eosin und nach Unna-Pappenheim. Letztere Färbung erwies sich später als sehr zweckmäßig, weil dadurch wesentliche Veränderungen in der Milz sich zeigten, die bisher nicht beobachtet wurden.

II.

Die anatomisch-biologischen Veränderungen an Milz, Leber und Niere der mit ultraviolettem Licht bestrahlten Mäuse traten schrittweise auf, und mit Zunahme der Strahlendosis waren die biologischen Effekte immer in-

[1]) Strahlentherapie 7.

tensiver. Eine zweistündige Strahlendosis genügte schon, um eine leichte, makroskopisch wahrnehmbare Hyperämie der Milz und Leber hervorzurufen. Bei weiterer Bestrahlung nahm die Hyperämie entsprechend zu, so daß beim Eröffnen der Bauchhöhle Milz und Leber enorm blutreich waren, von tiefroter Farbe. In manchen Fällen ging die Hyperämie mit einer Volumenzunahme des Organs einher. Die mikroskopische Untersuchung bestätigte immer diesen Befund: Blutreichtum der Leber und der Milz; die sonst normaliter kleinen Lumina der Venae centrales und interlobulares in der Leber waren deutlich erweitert und mit Blut gefüllt. In der Milz war die Pulpa sehr blutreich. Mäuse, die eine größere Strahlendosis erhalten hatten (Mäusepaar 9, Serie A — 18 Stunden), zeigten außer der hochgradigen Hyperämie der Milz, Leber und auch der Niere noch andere interessante Erscheinungen. So waren die Lebergefäße kolossal erweitert und verursachten zahlreiche extravasale Blutungen; man sah massenhafte Zellinfiltrationen an der Peripherie der erweiterten Gefäße und zerstreute Nekrosenherde an den Leberzellen. Noch interessanter waren die Milzpräparate. Die zu Beginn der Bestrahlung in der Pulpa auftretenden Blutpigmentzellen und Riesenzellen waren bei zunehmender Bestrahlung nicht mehr in dem ursprünglichen Maße zu finden. Dagegen sah man aber neben der hochgradigen Hyperämie in der Pulpa eine enorme, in allen untersuchten Fällen auftretende Vermehrung von Plasmazellen. Schon nach 4—6 Stunden Bestrahlung beginnen die Plasmazellen an Zahl sich zu vermehren. Sie traten zuerst in der Pulpa auf und fanden sich bei weiterer Bestrahlung auch in den Follikeln. Letztere schienen sich zu vergrößern und zahlreicher zu werden.

Auch die Niere wurde nach den Bestrahlungen hyperämisiert. An den Präparaten von dem Mäusepaar 9 (18 Stunden) sind die Glomeruli leuchtend rote Knäule (Hämatoxylin-Eosin); Rinde und Marksubstanz sind mit Erythrozyten prall gefüllt. An den Nebennierenpräparaten war eine Hyperämie kaum nachzuweisen.

Demgegenüber hatten die mit rotem Licht bestrahlten Mäuse keine merklichen Veränderungen an Milz, Leber und Niere. Nur ein einziger Fall (Mäusepaar 4) zeigte nach 44 Stunden Bestrahlung eine leichte Hyperämie der Leber und Niere. Die Milz blieb unverändert.

III.

Versuchsprotokolle. (Höhensonne, Serie A.)

Mäusepaar 1, 1 Stunde bestrahlt. — Hautoberfläche nach der Bestrahlung intakt. Leber-, Milz- und Nierenoberfläche unverändert. Histologischer Befund an der Milz: Follikel und Pulpa in normalen Größenverhältnissen. Beginnende Hyperämie der Pulpa. An der Leber: Hyperämie und merkliche, noch

kaum wahrnehmbare Ektasie der Venae centrales. An der Niere eine leichte beginnende Ektasie der großen Gefäße.

Mäusepaar 2, 2 Stunden bestrahlt. — Integument intakt. Deutliche Hyperämie der Milz und Leber. Letztere von tiefroter Farbe. Mikroskopisch an der Milz: leichter Zuwachs der Follikel; Pulpa blutreich; deutliche Anhäufung von Plasmazellen in der Pulpa. An der Leber: Ektasie und Hyperämie der Venen, Rundzellinfiltrate in der Peripherie derselben. Vereinzelte Plasmazellen in den Infiltrationen. An der Niere: Hyperämie der Marksubstanz und der großen Gefäße.

Mäusepaar 3, 6 Stunden bestrahlt. — Haut unverändert. Die Leberoberfläche ist stark blutreich, von braunroter Farbe, leicht blutend. Gallenblase prall gefüllt. Milz von tiefroter Farbe, scheint vergrößert zu sein. Niere sehr hyperämisch. Die histologische Untersuchung ergibt an der Milz: blutreiche Pulpa; Blutpigmentzellen; viel Plasmazellen in der Pulpa. Leber: starke Erweiterung der Venen, vereinzelte Extravasate. Niere: allgemeine starke Hyperämie —, auch der Glomeruli.

Mäusepaar 4, 8 Stunden bestrahlt. — Makroskopischer Befund ergibt dieselben Veränderungen wie im Falle 3. Histologisch ist eine reichliche Anhäufung von Plasmazellen in der Milzpulpa. Auch die Riesenzellen scheinen vermehrt zu sein, die Follikel sind hypertrophisch. In der Leber sind zahlreiche extravasale Blutungen; Rundzellinfiltrationen an den Gefäßen mit vereinzelten Nekrosen in der Peripherie des Organs. Die Niere ist stark hyperämisch.

Mäusepaar 5, 10 Stunden bestrahlt. — Hautoberfläche ohne merkliche Veränderungen. Milz, Niere und Leber hochgradig hyperämisch; letztere von schwarzroter Farbe, leicht blutend. Mikroskopisch: stark hyperämische Pulpa der Milz; Riesenzellenvermehrung. Viel Plasmazellen. Enorme Hyperämie mit extravasalen Blutungen, Zellinfiltrationen und Nekrosen in der Leber. Hyperämie und beginnende Extravasate in der Niere.

Mäusepaar 6, 12 Stunden bestrahlt. — Haut-, Milz-, Nieren- und Leberoberfläche wie im Falle 5. Mikroskopischer Befund an der Milz: sehr starke Hyperämie der Pulpa. Kolossale Vermehrung von Plasmazellen; Anhäufung von Blutpigmentzellen und extravasale Blutungen. An der Leber: hochgradige Hyperämie, Ektasie der Gefäße mit Extravasaten, zahlreiche Nekrosenherde. Die Niere ist hyperämisch und von Extravasaten durchsetzt.

Mäusepaar 7, 14 Stunden bestrahlt. — Haut bis auf ein leichtes Erythem kaum verändert. Milz-, Leber-, Nierenoberfläche erinnern an die geschilderten Fälle 5 und 6. Der mikroskopische Befund ergibt fast dieselben Verhältnisse wie im Falle 6. Nur sind die Plasmazellen in der Pulpa noch stärker vermehrt.

Mäusepaar 8, 16 Stunden bestrahlt. — Erythem der Haut. Leber-, Milz-, Nierenoberfläche braun- bis schwarzrot. Milz vergrößert. Gallenblase enorm prall gefüllt. Sämtliche sichtbaren Bauchgefäße, namentlich im Mesenterium, deutlich erweitert und hyperämisch. Die histologische Untersuchung ergibt an der Milz: sehr starke Hyperämie, massenhafte Plasmazellen in der Pulpa und zum Teil auch in den Follikeln. Riesenzellen und Blutpigmentzellen nicht vermehrt. An der Leber: sehr weitgehende Hyperämie der Gefäße; Extravasate mit zahlreichen Zellinfiltraten und Nekrosen. In der Niere hochgradige Hyperämie der Marksubstanz und der Glomeruli.

Mäusepaar 9, 18 Stunden bestrahlt. — Erythem der bestrahlten Hautoberfläche. Enormer Blutreichtum der Milz, Leber und Niere. Sie sind von schwarzroter

Farbe und beim Druck leicht blutend. Sämtliche Veränderungen an der Milz, Leber und Niere, die ich an den früheren Fällen geschildert habe, erreichten ihren Höhepunkt in diesem Falle. Die Schädigung der Organe war so tiefgehend, daß das Mäusepaar nach der letzten Bestrahlung vielleicht noch einen Tag gelebt hätte, wenn ich es nicht sofort getötet hätte. Ich habe auch deswegen von diesem Fall die hier beigefügten Abbildungen nach den histologischen Präparaten gezeichnet[1]). Man sieht an der Milz (Tafel IV, Abb. 1) die hochgradige Hyperämie der Pulpa, die Hypertrophie der Follikel und die Bindegewebszüge an der Grenze zwischen Pulpa und Follikel. An den Präparaten, die nach Unna-Pappenheim (Methylgrün-Pyronin) gefärbt sind, sieht man deutlich die enorme Vermehrung von Plasmazellen (Tafel IV, Abb. 2), die auch in den Follikeln auftreten. An der Leber fällt schon bei Lupenvergrößerung die kolossale Hyperämie auf. Bei mikroskopischer Untersuchung sieht man die zahlreichen Ektasien, extravasalen Blutungen mit Rundzellinfiltrationen und Nekrosenherden in den Leberläppchen und ihrer Peripherie (Tafel V, Abb. 3). Auch an der Niere (Tafel V, Abb. 4) sieht man die enorme Hyperämie und Ektasie der großen und kleinen Gefäße.

Die übrigen fünf Mäusepaare (10—14) wurden nicht enthaart und bekamen Dosen von 20, 22, 26, 32 und 34 Stunden Bestrahlung. Diese Fälle zeigten nahezu dieselben Veränderungen, wenn auch nicht in dem ausgesprochenen Maße wie im Falle 9, was auf die absorbierende Wirkung der behaarten Hautoberfläche zurückzuführen ist.

Das rote Licht dagegen schien keine nennenswerte Wirkung auf die inneren Organe ausgeübt zu haben. So bekamen die Mäusepaare 1, 2, 3 und 4 Dosen von 2, 6, 28 und 44 Stunden, ohne merkliche Veränderungen hervorzurufen. Ein einziger Fall — Mäusepaar 4 — wies eine leichte Hyperämie der Leber und Niere auf. Die Milz blieb unverändert.

IV.

Die ultravioletten Strahlen haben also ohne Zweifel eine tiefgehende Wirkung, die sich nicht nur auf die Oberfläche der bestrahlten Tiere, sondern auch auf die tiefer liegenden inneren Organe erstreckt hat. Auch der Allgemeinzustand ließ auf eine penetrierende Tiefenwirkung schließen. Nach den ersten Bestrahlungen zeigten die Mäuse eine gesteigerte Reizbarkeit, eine erhöhte Lebhaftigkeit und ließen sich nicht so leicht bei den nächsten Bestrahlungen auf das Bett aufsetzen.

Erst nach vierstündiger Strahlendosis fingen die Tiere an, apathisch zu werden; auch die Freßlust nahm ab. Nach mehreren Bestrahlungen steigerte sich die Mattigkeit. Die meisten konnten kaum 12—14 Stunden vertragen. 18 Stunden war die Höchstdosis, welche die enthaarten Mäuse, ohne einzugehen, vertrugen. Es zeigten sich außerdem auffallende Veränderungen an den Ohrmuscheln der mit der künstlichen Höhensonne be-

[1]) Leider konnten die Abbildungen, durch den Krieg erwachsener Schwierigkeiten wegen, nicht farbig wiedergegeben werden.

strahlten Mäuse. Die Ohrmuscheln wurden bei den ersten Bestrahlungen sehr hyperämisch. Mit Zunahme der Bestrahlung ging die Hyperämie zurück; es trat eine Anämie ein, die zur Atrophie führte. Das Sehorgan litt auch sehr schwer unter der Bestrahlung. Nach 8—10 Stunden Bestrahlung erblindeten die meisten Mäuse.

Im Anschluß an diese Versuche habe ich auch die enthaarte Bauchoberfläche bei Mäusen bestrahlt und die Flüssigkeit in der freien Bauchhöhle (durch Punktion gewonnen) mikroskopisch untersucht. Es zeigte sich dabei, daß außer den normalerweise vorhandenen Mononukleären, großen und kleinen Leukozyten auch Erythrozyten in erheblicher Anzahl zu finden waren.

Es ist hieraus ersichtlich, daß es sich in allen diesen Versuchen um eine direkte Tiefenwirkung des Quecksilber-Quarzlichtes auf die inneren Organe und die Blutgefäße handelt. Daß hier auch chemische Vorgänge stattfinden, zeigen die Untersuchungen von Neuberg[1]). Nach ihm übt das ultraviolette Licht eine spaltende Wirkung auf das Eiweiß, Fett und Kohlehydrate in den Organzellen aus, wobei Substanzen von größerer Avidität entstehen und die Peroxydase im Blut und den Geweben gesteigert wird.

Aus diesem Grunde ist es für die therapeutische Forschung von großer Wichtigkeit, Schädigungen zu vermeiden, die event. bei protrahierter Behandlung entstehen können. Es sei hier erwähnt die Beobachtung von Dohl, daß nach Höhensonnebestrahlungen eine Albuminurie sich zeigte[2]).

Was die Art und Weise der oben dargestellten Tiefenwirkung betrifft, werden uns weitere Erfahrungen lehren, über die ich noch an anderer Stelle berichten will.

---

[1]) Bioch. Ztschr. 1908, 1912.
[2]) Mün. med. Woch. Nr. 27.

Aus der Radiumstation des Allgemeinen Krankenhauses in Wien
(Vorstand: Professor Dr. Gustav Riehl).

Über die Absorption der β- und γ-Strahlung des Radiums in der Haut.

Von
Dr. phil. **Albert Fernau.**

(Mit 9 Kurven im Text.)

Über die Absorption der β- und γ-Strahlung im Gewebe liegt unter anderen eine auf exakter physikalischer Grundlage abgefaßte Abhandlung von B. Keetmann (Berl. kl. Woch. 1914) vor, in welcher Angaben über die Filtertechnik von Radiumträgern gemacht werden. Keetmann verwirft, nachdem die Filterung durch 1 mm Messing zur Absorption der β-Strahlung genügt, eine stärkere Filterung als unökonomisch, da durch solche unnötigerweise γ-Strahlung weggenommen und die Tiefenwirkung derselben verringert wird. Was die Wahl des Filtermaterials anbetrifft, so empfiehlt er auf Grund eigener Untersuchungen Metalle von niedrigem Atomgewicht und Dichte (Aluminium oder Messing), welche die γ-Strahlung in geringerem Maße absorbieren, infolgedessen weniger sekundäre γ-Strahlung erzeugen. Keetmann spricht sich gegen Filter aus Platin, Silber und Blei aus, weil dieselben die γ-Strahlung wesentlich schwächen und die schädliche Sekundärstrahlung verstärken. Auf Grund des Lenardschen Absorptionsgesetzes berechnet der Verfasser die Halbwertsdicke der γ-Strahlen (gültig für Radium C allein) im Gewebe mit 17 cm, die mittlere Halbwertsdicke der β-Strahlen auf Grund von Absorptionsmessungen mit Mesothor mit rund 0,5 mm.

Ebenso wie im Filtermaterial wird aber auch in dem durchstrahlten Gewebe eine Sekundärstrahlung erzeugt, welcher mehr oder weniger Tiefenwirkung zukommt. So wie Stefan Meyer ist auch Keetmann der Auffassung, daß nur solche Strahlen chemisch und biologisch wirken, welche absorbiert werden. Die γ-Strahlung als solche durchsetzt das Gewebe fast hemmungslos und wirkt daher erst durch die sekundäre β-Strahlung. Die durch Absorption vernichtete γ-Strahlenenergie wandelt sich in β-Strahlenenergie um.

Eine von Mr. J. C. Mottram und Dr. S. Ruß[1]) veröffentlichte

[1]) Proceedings of the Royal Society of Medicine, vol. 10.

Arbeit, über die mir nur ein dürftiges Referat in der englischen Zeitschrift „Nature" vom 4. April 1918 zur Verfügung steht, befaßt sich speziell mit der Absorption in der Haut. Die Verfasser konnten in der Wirkung auf die Haut keinen Unterschied zwischen β- und γ-Strahlung beobachten, hingegen erwies sich die γ-Strahlung für die unter der Haut liegenden subkutanen Knötchen als wirksamer. Ferner stellten sie fest, daß mit einem stärkeren Radiumpräparat ein größerer Effekt erzielt wird als mit einem schwächeren in proportional längerer Bestrahlungsdauer wirkenden Präparate, eine Beobachtung, welche gegen die Dosierung nach Milligrammstunden spricht.

Auf Anregung des Herrn Professor Riehl wurden auch von mir Absorptionsmessungen der β- und γ-Strahlung in frischer menschlicher Haut vorgenommen.

Für therapeutische Bestrahlungen kommen offene Radiumpräparate, wie es z. B. die Dautwitzschen Lackträger sind, wegen der leichten Beschädigung derselben immer mehr aus dem Gebrauch und bei gefilterten Trägern, d. h. solchen, bei welchen die Radiumsalzschicht durch ein Metallfenster vor Beschädigung geschützt ist, hängt daher die Frage, wieviel β-Strahlung aus dem Träger austreten kann, von der Art der Umhüllung des Radiumsalzes ab. Bei unseren Platten ist die Radiumsalzschicht durch ein wasserdicht aufgelötetes Neusilber- oder vernickeltes Messingfilter von 0,2 mm Dicke geschützt, es können daher die weichsten β-Strahlen nicht mehr austreten. Unsere röhrenförmigen Träger enthalten das Radiumsalz zunächst in einem Glasröhrchen von 0,3 mm Wandstärke eingeschmolzen, welches in ein mit aufschraubbarer Kappe verschließbares Platinröhrchen von 0,2 mm Wandstärke eingebracht ist. Platin wurde trotz seiner hohen Dichte wegen seiner Widerstandsfähigkeit gegen Druck, Einwirkung von Säuren, Alkalien und Körpergasen gewählt, die Wandstärke jedoch möglichst gering gehalten, so daß nur 2% der γ-Strahlung absorbiert werden und dem Bedenken einer unökonomischen Vernichtung von γ-Strahlen Rechnung getragen ist.

Da meine Untersuchungen ausschließlich praktische Zwecke verfolgten und daher den tatsächlichen Verhältnissen, unter welchen Ärzte Bestrahlungen vornehmen, entsprechen sollen, war das für die Absorptionsmessungen verwendete Radiumsalz nicht in ein Glasröhrchen von 0,02 mm Wandstärke, aus welchem die gesamte, auch die allerweichste β-Strahlung noch austreten kann, eingeschmolzen, sondern als Strahlungsquelle wurde ein Radiumnormalpräparat verwendet, welches vereinbarungsgemäß in ein Glasröhrchen von 0,27 mm Wandstärke eingeschlossen ist.

Die Versuchsanordnung, von welcher die jeweiligen Resultate bei derartigen Absorptionsmessungen abhängen, war folgende: Das Radiumröhrchen

mit einem Gehalt von 3,7 mg Element befand sich in horizontaler Lage am Ende eines Bleirohres, in ungefähr 1 m Entfernung das Wulffsche Elektroskop, auf welches ein mit Seidenpapierfenster versehener, als Ionisationskammer dienender Blechaufsatz aufgeschoben war, welcher den als Elektrode dienenden Metallstift barg. Die Anordnung war genau zentriert, damit die aus dem Radiumröhrchen herausschießenden Strahlen möglichst in die Mitte der Ionisationskammer gelangen. Die Hautstücke von zirka 10 cm² Fläche wurden faltenlos, zwischen zwei Metallrahmen befestigt, vor das Bleirohr geschaltet. Die Messungen wurden im Institut für Radiumforschung der Akademie der Wissenschaften ausgeführt.

Meine Abhandlung wendet sich nicht an Physiker vom Fach, sondern an Ärzte, welche im allgemeinen nicht über so eingehende physikalische Kenntnisse verfügen können, weshalb es zweckmäßig erscheint, das Lenardsche Absorptionsgesetz, das Quadratgesetz sowie die Exponentialgleichung, welche die Beziehung zwischen Absorption und Schichtdicke zum Ausdruck bringt, kurz zu erläutern.

Das Lenardsche Absorptionsgesetz sagt aus, daß die Absorption der Kathoden, β- und γ-Strahlen den Dichten der durchstrahlten Körper direkt proportional ist. Für Körper bis zum Atomgewicht 80 und dem spezifischen Gewicht bis acht erhält man auf Grund des Lenardschen Gesetzes mit den Messungsresultaten gut übereinstimmende Werte, während für Körper mit höherem Atomgewicht und Dichte nur annähernde Werte erhalten werden.

Die Absorption in einem und demselben Medium nimmt mit der Schichtdicke nach folgender Exponentialgleichung zu:

$$Jd = Jo\ e^{-\mu d},$$

in welcher Jo die ursprünglich auffallende Strahlung, Jd die nach Durchstrahlen der Schichtdicke d noch vorhandene, die durchgelassene Strahlung, μ den Absorptionskoeffizienten, eine für den betreffenden durchstrahlten Körper charakteristische Konstante, und e den natürlichen Logarithmus = 2,7182 bedeutet.

Die Absorptionskonstante μ ist der konstante Bruchteil, der pro Längeneinheit (1 cm) von der jeweilig noch vorhandenen Strahlung absorbiert wird. So wie der radioaktive Atomzerfall zeitlich nicht mit gleichförmiger Geschwindigkeit vor sich geht, sondern stets nur ein konstanter Bruchteil (λ) der jeweilig vorhandenen radioaktiven Atome ist, absorbiert jedes Millimeter oder Zentimeter durchstrahltes Medium den gleichen Bruchteil der jeweils vorhandenen Strahlung. Die Absorption geht demnach nach einer Exponentialgleichung vor sich.

Nach Durchsetzen

von 1 mal 1,5 cm Blei ist $\frac{1}{2}$ der ursprünglichen Strahlung,

von 2 mal 1,5 cm Blei $\frac{1}{2^2}$,

von 3 mal 1,5 cm Blei $\frac{1}{2^3}$ vorhanden usw.

Der Absorptionskoeffizient μ läßt sich am bequemsten aus der Halbwertsdicke, derjenigen Schichtdicke, durch welche die Hälfte der ursprünglichen Strahlung absorbiert wird, berechnen. Wir bezeichnen die Halbwertsdicke in unsereren Rechnungen mit HBD.

Setzen wir $Jd = \frac{Jo}{2}$, so ist

$$\frac{Jo}{2} = Jo\, e^{-\mu d} \quad \text{und} \quad \frac{1}{2} = e^{-\mu d},$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{e^{\mu d}}, \qquad 2 = e^{\mu d},$$

$$\mu d = \log \text{nat}, 2 = 0{,}693,$$

$$\mu = \frac{0{,}693}{d},$$ wo d die Halbwertsdicke HBD bedeutet.

Nach dem Lenardschen Absorptionsgesetz verhalten sich die Absorptionskoeffizienten der verschiedenen Medien zueinander wie die Dichten derselben. Kennt man daher den Absorptionskoeffizienten μ des einen Mediums, so kann man durch einfache Proportion bei Kenntnis der spezifischen Gewichte den unbekannten Absorptionskoeffizienten μ' berechnen. Eine Zusammenstellung der für die verschiedenen Metalle geltenden Absorptionskoeffizienten findet man in „Radioaktivität“ von Stefan Meyer und Egon v. Schweidler, S. 252. Wir finden dort als

μ-Werte (cm^{-1}) für die β-Strahlung in Aluminium:

des Ra 312,
des Ra B 13,1 und 80 und 890,
des Ra C 13,2 und 53,
des Ra D 130,
des Ra E 43,

und als

μ-Werte für die γ-Strahlung in Aluminium:

des Ra 354; 16,3 und 0,27,
des Ra B 230; 40 und 0,51,
des Ra C 0,40; 0,115; 0,111,
des Ra D und E 45 und 0,99,

Der Absorptionskoeffizient $\mu = 0{,}111$ der γ-Strahlung von Radium C in Aluminium bedeutet, daß jedes Zentimeter durchstrahltes Aluminium 11,1% der jeweilig noch vorhandenen Strahlung absorbiert. Wir werden den Absorptionskoeffizienten μ' in Messing berechnen und benennen nach Stefan Meyer die Dichten mit ρ, da die Schichtdicken mit d bezeichnet sind.

Dichte des Aluminiums 2,7,
Dichte des Messings 8,35,

$$0{,}111 : x = 2{,}7 : 8{,}35,$$

$$\mu_1 \text{ in Messing} = 0{,}343\ (\text{cm}^{-1}).$$

Der experimentell von Rutherford gefundene μ-Wert beträgt 0,325.

Für das Gewebe, dessen Dichte mit 1,05 angenommen wird, berechnet sich μ mit 0,04306 (cm^{-1}); Gewebe absorbiert demnach 4,3% der γ-Strahlung von Ra C.

Als Halbwertsdicke würde sich $\frac{0{,}693}{0{,}043} = 16$ cm berechnen.

Als Halbwertsdicke der härtesten β-Strahlen ($\mu = 13{,}1$ in Aluminium) im Gewebe würde sich 1,4 mm berechnen.

$$13{,}1 : x = 2{,}7 : 1{,}05,$$

$$\mu\ \beta \text{ in Haut} = 5{,}09,$$

$$\text{HBD} = \frac{0{,}693}{5{,}09} = 0{,}14 \text{ cm}.$$

Das Gesetz der umgekehrten Entfernungsquadrate, welches für alle fernwirkenden Energiearten — Gravitation, Licht, Wärme, Magnetismus — gültig ist, lehrt, daß die Fernwirkungen umgekehrt mit dem Quadrate der Entfernungen von der Kraft- bzw. Strahlungsquelle abnehmen. Außer durch Absorption im durchstrahlten Gewebe nimmt demnach die Strahlungswirkung mit der Entfernung der zu bestrahlenden Stelle ab. Für Nahbestrahlungen, wie dieselben bei Nävus, Psoriasis, oberflächlichem Hautkarzinom in Betracht kommen, sowie für die weiche β-Strahlung, die schon von 1 mm Gewebe absorbiert ist, spielt das Quadratgesetz eine geringere Rolle, hingegen ist dasselbe bei Tiefenbestrahlungen zur Berechnung der Wirkungsintensität und Vermeidung einer Reizdosis heranzuziehen.

Auf den Einfluß des Quadratgesetzes ist erst jüngst wieder in einer umfangreichen, durch graphische Zeichnungen äußerst anschaulichen Abhandlung des Gynäkologen Prof. Dr. Kehrer[1]) aufmerksam gemacht worden. Bei Bestrahlung von Uteruskarzinomen handelt es sich nicht nur um die Entfernung des Radiumträgers von der Oberfläche, sondern um die

[1]) Arch. f. Gyn. 1918.

Entfernung von der unter der Oberfläche befindlichen tiefsten Stelle des Karzinoms, demnach um Entfernungen von mehreren Zentimetern. Wenn wir in unserer Anordnung als Halbwertsdicke der γ-Strahlung 5,6 cm fanden, so kommt für die Gesamtwirkung noch der Einfluß des Quadratgesetzes hinzu. Tatsächlich ist schon in einer Entfernung von 1.4 cm vom Radiumträger die Strahlungswirkung auf $\frac{100}{(1.4)^2} = 50\%$ gesunken.

Ich möchte aber bemerken, daß das Quadratgesetz streng genommen nur für Radiumröhrchen, die man als punktförmige Strahlungsquelle auffassen kann, gültig ist, während dasselbe für Radiumplatten in geringerem Maße zum Ausdruck kommt. Nachdem jeder einzelne Radiumsalzpunkt der Platte einen Strahlenkegel, und zwar außer schiefen Strahlen auch eine große Anzahl paralleler Strahlen, für welche das Quadratgesetz nicht gilt, aussendet, erleidet dieser durch Summierung erhebliche Teil der Strahlung — nicht allzu große Entfernung vorausgesetzt — keine Abnahme, und mit so großen Entfernungen hat man es nicht zu tun, daß die Radiumfläche gegenüber der bestrahlten Körperstelle als punktförmige Strahlungsquelle gedacht werden kann.

Erläuterung der Kurven.

Die Absorption, homogene Strahlung vorausgesetzt, erfolgt nach einer Exponentialgleichung. Eine solche wird logarithmisch aufgelöst, wobei sie in die Gleichung einer Geraden übergeht. Trägt man die direkt gemessenen Stromwerte der durchgelassenen Strahlung in einem Koordinatensystem auf, so erhält man eine gekrümmte Kurve, während bei Auftragung der Logarithmen der Stromwerte eine Gerade resultiert, welche eine übersichtlichere und exaktere Extrapolation gestattet. So sind die Logarithmenabfälle der Stromwerte den Hautschichtdicken direkt proportional, so daß die Halbwertsdicken aus der Zeichnung herausgelesen werden können. In unseren Kurven sind die Logarithmen der von der betreffenden Hautdicke durchgelassenen Strahlung, ausgedrückt in Voltsekunden, das ist dem pro Sekunde durch die Strahlung verursachten Voltabfall des Elektroskops, auf der Ordinate, die Hautdicken auf der Abszisse aufgetragen.

Kurve 1.

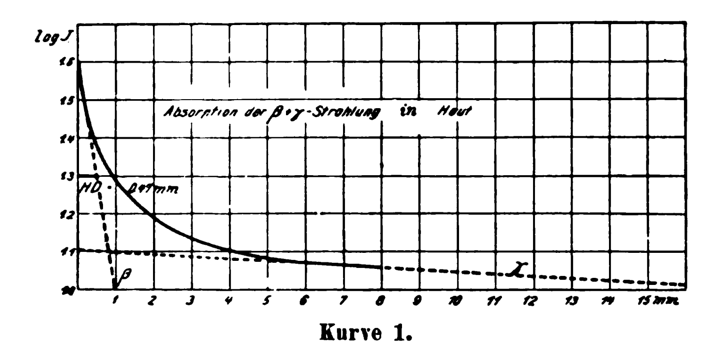
Absorption in der Haut.

Als Hautmaterial standen zur Verfügung:

Sohlenhaut 1,7 mm,
Rückenhaut 2,6 mm,
2 mal Sohlenhaut 3,4 mm,

2 mal Rückenhaut 5,2 mm,
2 mal Rückenhaut und Sohlenhaut 6,9 mm,
2 mal Rückenhaut und 2 mal Sohlenhaut 3,6 mm.

Man ersieht aus dem gekrümmten Kurvenverlauf, welcher die Abnahme der Gesamtstrahlung mit Wachsen der Hautdicke darstellt, daß zu Anfang ein ganz inhomogenes Strahlengemisch vorliegt, ein Gewirr von weicheren und härteren Strahlen. Erst von 5 mm Hautdicke an geht die gekrümmte Kurve in eine gerade über, sobald eben die komplexer zu-



Kurve 1.

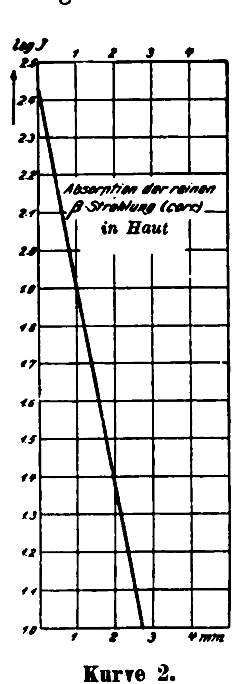
sammengesetzte β-Strahlung ausgeschaltet ist und die homogenere γ-Strahlung übrig bleibt. Die γ-Strahlung stammt vorzüglich von den beiden Zerfallsprodukten der Radiumemanation, Radium B und Radium C, deren Absorptionskoeffizienten in Aluminium 0,51 bzw. 0,111 (cm^{-1}) betragen. Die einzelnen γ-Strahlengruppen erleiden beim Durchgang durch die Haut jedenfalls die verschiedenartigsten kompliziertesten Veränderungen, welche jedoch in ihrer Gesamtwirkung eine Strahlungsabnahme nach dem Exponentialgesetz vortäuschen. Die Halbwertsdicke für die γ-Strahlung kann aus der Abnahme der Ordinatenwerte extrapoliert werden. Da nach den Regeln der logarithmischen Rechnung $\log. \frac{J}{2} = \log. J - \log. 2$, so entspricht die Halbwertsdicke der Änderung eines Abszissenwertes bei Verminderung eines beliebigen Ordinatenwertes um den log. 2 = 0,301. In Kurve 1 entspricht dem log = 1,11 0 mm Haut, d. h. der ursprünglichen Strahlung, einer Hautdicke von 13 mm der log. = 1,04, die logarithmische Abnahme = 0,07; demnach korrespondiert mit dem Logarithmenabfall von 0.301 die Halbwertsdicke von 55,8 mm.

$$0{,}07 : 0{,}3 = 13 : x,$$
$$x = 55{,}8 \text{ mm},$$
$$\mu.\ \gamma \text{ in Haut} = \frac{0{,}693}{5{,}58} = 0{,}124\ (cm^{-1}).$$

Für dieselbe Strahlung berechnet sich der Absorptionskoeffizient in Aluminium mit 0,3186.

$$\mu : \mu_1 = \rho : \rho_1,$$
$$0{,}24 : x = 1{,}05 : 2{,}7,$$
$$x = 0{,}3186.$$

Da μ für die γ-Strahlung von Radium B in Aluminium 0,51 und
für die γ-Strahlung von Radium C in Aluminium 0,111 beträgt,
so liegt ein Gemisch von Radium B- und Radium C-Strahlung vor.



Kurve 2.

Was die reine β-Strahlung ($J\beta$) anbetrifft, so ergibt sich dieselbe durch Subtraktion der γ-Strahlung von der Gesamtstrahlung (β- + γ-Strahlung). Die γ-Strahlung wurde zum größten Teil durch graphische Extrapolation ermittelt.

Kurve 2.

Es sind die Logarithmen $J\beta \cdot 100$ auf der Ordinate, die Hautschichten auf der Abszisse aufgetragen. Ziehen wir von einem beliebigen Logarithmuswerte $0{,}301 = \log 2$ ab, etwa von 2,434 oder 1,519, so erhalten wir 2,133 bzw. 1,218 und lesen so als Halbwertsdicken in der Zeichnung 0,56 mm ab.

$$\mu = \frac{0{,}693}{0{,}056} = 12{,}4\ (\mathrm{cm}^{-1})$$ mittlerer Absorptionskoeffizient der β-Strahlung in der Haut.

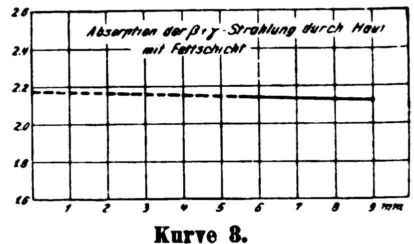
Dieselbe β-Strahlung hätte in Aluminium einen μ-Wert von 31,9.

$$\mu : \mu_1 = \rho : \rho_1,$$
$$12{,}4 : \mu_1 = 1{,}05 : 2{,}7,$$
$$\mu_1 = 31{,}9.$$

Da μ in Aluminium für die β-Strahlung von Radium B 13,1, 80 und 890.
in Aluminium für die β-Strahlung von Radium C 13,2 und 53 beträgt, liegt ein Strahlengemisch vor.

Kurve 3

stellt die Absorption durch Haut mit Fettschicht dar. Die γ-Strahlung beginnt bei 5,5 mm Schichtdicke.



Kurve 3.

Die Abnahme des Logarithmuswertes nach Durchsetzen von 10 mm Haut und Fettschicht beträgt 0,05, woraus sich für eine Abnahme um 0,301 eine Halbwertsdicke der γ-Strahlung von 60 mm ergibt.

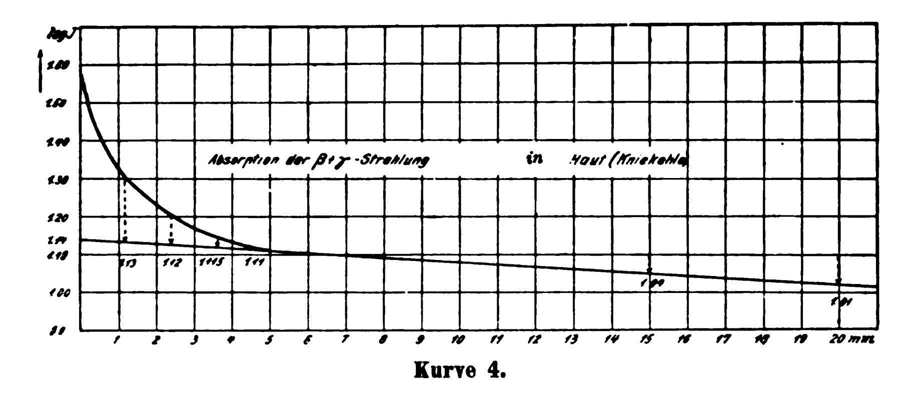
$$\mu\,\gamma = \frac{0{,}693}{6} = 0{,}115\ (\mathrm{cm}^{-1}).$$

Die Durchlässigkeit der Fettschicht ist also nur um ein geringes größer als die des Hautgewebes.

Kurve 4.

Absorption in der Haut.

Es lag hier homogeneres Hautmaterial vor, vier Hautstücke von der Kniekehle. Wie in Kurve 1 beginnt der gradlinige Verlauf der Kurve bei



Kurve 4.

5 mm. Die Halbierungsdicke der γ-Strahlung berechnet sich mit rund 5 cm. Bei 0 mm Haut war der log. = 1,14, bei 20 mm log. = 1,02; die Abnahme des Logarithmus beträgt demnach 0,12 und die Halbwertsdicke 50 mm.

$$0{,}12 : 0{,}3 = 20 : \mathrm{HBD},$$
$$\mathrm{HBD} = 50\ \mathrm{mm}.$$

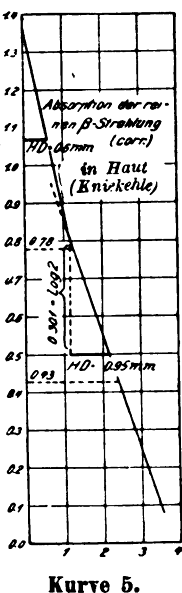
Kurve 5.

Die Gerade, welche die reine β-Strahlung darstellt, zeigt ein Knie, so daß die Zerlegung in zwei Strahlengruppen möglich ist mit der Halbierungsdicke von 0,6 und 0,95 mm.

Bei 0 mm Haut war log. = 1,369 bzw. 0,8; ziehen wir von diesem Werten 0,301 ab, so erhalten wir 1,068 bzw. 0,5 und lesen aus der Zeichnung als Halbierungsdicke 0,6 bzw. 0,95 mm ab,

woraus sich für $\mu = \dfrac{0{,}693}{0{,}06} = 11{,}5\ (\mathrm{cm}^{-1})$,

bzw. $$\mu = \frac{0{,}693}{0{,}095} = 7{,}3\ (\mathrm{cm}_{-1})\ \text{ergeben.}$$



Kurve 5.

Denselben Strahlungen entsprechen in Aluminium die μ-Werte 29,7 bzw. 18,9.

Behufs Vergleichungsbasis wurde in derselben Versuchsanordnung die Absorption in Aluminium und Platin gemessen.

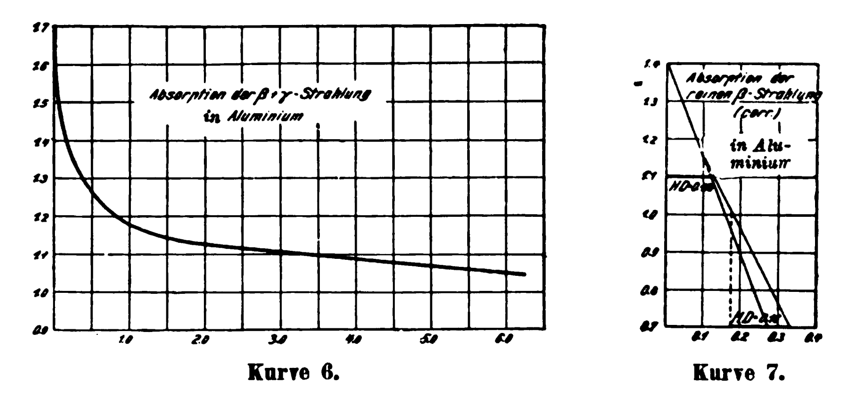
Kurve 6.

Absorption in Aluminium.

Der Logarithmenabfall in 5 mm Aluminium liest sich mit 0,08 ab.

$$\begin{aligned} 0 \text{ mm log.} &= 1{,}16, \\ 5 \text{ mm log.} &= 1{,}08, \\ 0{,}8 : 0{,}3 &= 5 : \text{HBD}, \\ \text{HBD} &= 20 \text{ mm}, \\ \mu\,\gamma &= \frac{0{,}693}{2} = 0{,}347 \ (\text{cm}^{-1}). \end{aligned}$$

Da μ für die γ-Strahlung von Radium C in Aluminium 0,111. für die γ-Strahlung von Radium B in Aluminium 0,51 beträgt, so liegt ein Strahlengemisch vor.



Kurve 6. Kurve 7.

Dieselbe Strahlung hätte in der Haut, nach dem Lenardschen Absorptionsgesetz berechnet, den μ-Wert 0,131 und HBD 5,3 (cm^{-1}) (Dichte der Haut mit 1,05 angenommen).

Der berechnete Wert stimmt demnach mit den bei den Messungen in der Haut erhaltenen Werten 5,38 cm und 5 cm annähernd überein.

Kurve 7.

Die reine β-Strahlung läßt sich in zwei Gruppen von der Halbierungsdicke 0,12 mm bzw. 0,16 mm zerlegen, woraus sich die μ-Werte mit

$$\underset{\left(\frac{0{,}693}{0{,}012}\right)}{58} \text{ bzw. } \underset{\left(\frac{0{,}693}{0{,}016}\right)}{43} \ (\text{cm}^{-1}) \quad \text{ergeben.}$$

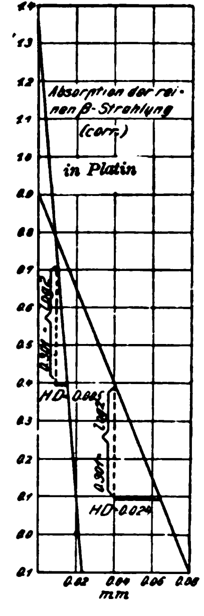
Kurve 8.

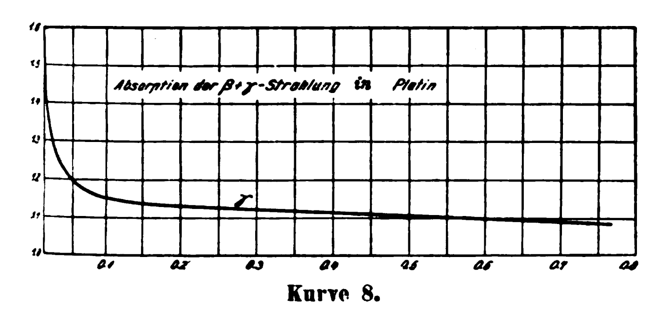
Absorption in Platin.

Die γ-Strahlung beginnt bereits bei 0,18 mm Platin. Dem Logarithmusabfall 0,05 entspricht 0,5 mm Platin, woraus sich eine Halbwertsdicke für die γ-Strahlung von 3 mm und ein μ-Wert von 2,3 ergibt.

$$0{,}05 : 0{,}5 = 0{,}3 : x,$$
$$\text{HBD}\ \gamma = 3\ \text{mm},$$
$$\mu = \frac{0{,}693}{0{,}3} = 2{,}3.$$

Da μ γ von Ra C in Platin = 1,
von Ra B in Platin = 4 beträgt,
erweist sich die Strahlung als Gemenge von Ra B- und C-Strahlen.





Kurve 8.

Kurve 9.

Kurve 9.

Die reine β-Strahlung läßt sich in zwei Strahlengruppen von der Halbierungsdicke 0,006 bzw. 0,024 mm zerlegen, woraus sich die μ-Werte 1155 bzw. 288 cm^{-1} ergeben. Dieselbe β-Strahlung hätte in Aluminium die μ-Werte 145 bzw. 36 (cm^{-1}).

Was kann der Arzt aus den Resultaten dieser Absorptionsmessungen ersehen und für die Bestrahlungspraxis brauchen? Die Ergebnisse haben bis auf die Feststellung, daß die β-Strahlung in 5 mm Haut praktisch vollständig absorbiert wird, keine allgemeine Anwendbarkeit, als sie ja nur für die spezielle Versuchsanordnung gelten. Würde ein statt durch Glas durch Metall gefiltertes Radiumpräparat als Strahlungsquelle verwendet worden sein, so hätte sich ein ganz anderes Gemisch und Verhältnis der verschiedenen β- und γ-Strahlengruppen ergeben und sich z. B. bezüglich der γ-Strahlung das Verhältnis der Radium B- und C-Strahlung zu Ungunsten der ersteren verschoben. Die so oft von Ärzten geübte Fragestellung, wieviel Prozent der β-Strahlung von einem Metallfilter durch-

gelassen wird, kann nur für jede einzelne Strahlengruppe, durch den Absorptionskoeffizienten charakterisiert, bei Kenntnis der Natur und der Dicke des Metallfilters beantwortet werden. Von einer mittleren β-Strahlung zu sprechen, hat keinen physikalischen Sinn. Da von 1,2 mm Messing auch die härteste β-Strahlengruppe absorbiert wird, so hat eine stärkere Filterung auch nach meinem Dafürhalten in Übereinstimmung mit den von Keetmann angegebenen Gründen keine Berechtigung.

Der vorliegenden Arbeit sind drei Tabellen beigefügt, in welchen die von 0,1—3 mm Aluminium, Messing, Silber, Blei und Platin durchgelassene härteste β-Strahlung von Radium B und γ-Strahlung von Radium C[1]) abzulesen sind, so daß der Arzt sich über die Frage, ob selbst von der härtesten β-Strahlung noch etwas durchgelassen wird, zu informieren in der Lage ist.

Absorption der härtesten β-Strahlen von Ra B.

Schichtdicke mm	$\mu = 13{,}1$ $\mu/\varrho = 4{,}48$ Aluminium	$\mu = 37{,}4$ $\varrho = 8{,}35$ Messing	$\mu = 47$ $\varrho = 10{,}5$ Silber	$\mu = 51{,}07$ $\varrho = 11{,}4$ Blei	$\mu = 96{,}3\ (cm^{-1})$ $\varrho = 21{,}5$ Platin
0,1	0,878	0,687	0,625	0,600	0,383
0,2	0,770	0,473	0,391	0,360	0,145
0,3	0,675	0,326	0,244	0,216	0,055
0,4	0,594	0,224	9,153	0,130	0,021
0,5	0,520	0,154	0,095	0,078	0,008
0,6	0,455	0,106	0,060	0,046	0,003
0,7	0,400	0,072	0,037	0,028	3,001
0,8	0,350	0,050	0,023	0,017	0,000
0,9	0,307	0,034	0,015	0,010	
1	0,269	0,023	0,009	0,006	
1,5	0,140	0,003			
2	0,073	0,000			
2,5	0,037				
3	0,019				

Die Zahlen geben den Bruchteil der ursprünglich auffallenden Strahlung Jo = 1 an, die von der betreffenden Schichtdicke durchgelassen wird. Die Berechnung ergibt sich aus der Gleichung

$$Jd = Jo\, e^{-\mu d}.$$

Die Werte für e^{-x} (x = 0—10) findet man in den im Verlag Hirzel erschienenen Tabellen für die Exponentialfunktion mit negativen Exponenten $y = e^{-x}$ von Dr. Gruner. Hat man die Tabellen nicht zur Verfügung, so lassen sich ja die Zahlen logarithmisch berechnen.

[1]) Das heißt eines mit den Zerfallsprodukten im Gleichgewicht befindlichen Radiumpräparates in der üblichen Glasumhüllung von 0,27 mm.

Daß z. B. von 1,2 mm Messing die härteste β-Strahlung von Radium B bis auf 1% absorbiert wird, ergibt sich aus folgender Rechnung:

$$e^{-37,4 \times 0,12} = e^{-4,48} = 0,011 \text{ (aus Gruners Tabellen).}$$

Logarithmisch berechnet:

$$\log e^{-4,48} = \log \frac{1}{e^{4,48}} = \log 1 - 4,48 \log \text{Brigg } e = 0 - 1,94913 = 0,05087 - 2$$

numerus 0,011.

Absorption der härtesten γ-Strahlen von Ra C.

Schichtdicke mm	$\varrho = 2,7$ $\mu = 0,111$ $\mu/\varrho = 0,0406$ Aluminium	$\varrho = 8,35$ $\mu = 0,325$ $\mu/\varrho = 0,0389$ Messing	$\varrho = 10,5$ $\mu = 0,426$ $\mu/\varrho = 0,0406$ Silber	$\varrho = 11,4$ $\mu = 0,495$ $\mu/\varrho = 0,0434$ Blei	$\mu = 21,5$ $\mu = 0,98\,(cm^{-1})$ $\mu/\varrho = 0,0458$ Platin
0,1	0,999	0,995	0,996	0,995	0,990
0,2	0,998	0,994	0,991	0,990	0,980
0,3	0,997	0,990	0,989	0,985	0,970
0,4	0,996	0,987	0,983	0,981	0,960
0,5	0,995	0,984	0,980	0,975	0,951
0,6	0,993	0,980	0,975	0,971	0,942
0,7	0,992	0,977	0,970	0,966	0,933
0,8	0,991	0,974	0,966	0,961	0,924
0,9	0,990	0,971	0,962	0,955	0,915
1	0,989	0,967	0,957	0,951	0,907
1,5	0,983	0,952	0,936	0,925	0,862
2	0,978	0,936	0,918	0,905	0,822
2,5	0,972	0,923	0,904	0,881	0,779
3	0,967	0,906	0,879	0,861	0,745

Absorption der härtesten γ-Strahlen von Ra B.

Schichtdicke mm	$\mu = 0,51$ Aluminium	$\mu = 1,578$ Messing	$\mu = 1,98$ Silber	$\mu = 2,15$ Blei	$\mu = 4,06\,(cm^{-1})$ Platin
0,1	0,995	0,985	0,980	0,978	0,960
0,2	0,990	0,970	0,960	0,957	0,923
0,3	0,985	0,953	0,941	0,936	0,886
0,4	0,980	0,938	0,923	0,918	0,852
0,5	0,975	0,923	0,904	0,893	0,818
0,6	0,970	0,909	0,886	0,879	0,786
0,7	0,966	0,895	0,870	0,860	0,755
0,8	0,960	0,880	0,854	0,842	0,726
0,9	0,955	0,867	0,837	0,823	0,697
1	0,951	0,854	0,820	0,806	0,670
1,5	0,920	0,786	0,740	0,724	0,548
2	0,904	0,729	0,675	0,650	0,449
2,5	0,880	0,673	0,610	0,585	0,367
3	0,850	0,621	0,550	0,525	0,301

Ad Kurve 1, 2, 3.

Isolationsverlust Jo = 0,032 $\frac{v.}{s.}$

Schichtdicke mm	Jo + β + γ	J β + γ	log. J β + γ 100	J β	log. J β × 100
0	0,433	0,401	1,603	0,272	2,434
1,7	0,194	0,162	1,2095	0,033	1,519
2,6	0,172	0,140	1,146	0,011	1,041
3,4	0,164	0,132	1,121	0,003	0,477
5,2	0,152	0,120	1,079		
6,9	0,151	0,119	1,076		
8,6	0,148	0,116	1,064		

Extrapolation der γ-Strahlung.

Schichtdicke mm	log. J γ	J γ
0	1,11	0,129
1,7	1,10	0,129
2,6	1,09	0,123
3,4	1,085	0,122
5,2	1,080	0,120
6,9	1,076	0,119
8,6	1,065	0,116
10	1,055	0,114

Ad Kurve 4, 5.

Jo = 0,032 $\frac{v.}{s.}$

Schichtdicke mm	J β + γ + Jo	J β + γ	log. J β + γ × 100	J β	log. J β × 100
0	0,403	0,371	1,57171	0,234	1,369
1,2	0,224	0,192	1,28780	0,060	0,778
2,4	0,188	0,156	1,19866	0,027	0,431
3,6	0,168	0,136	1,13988	0,009	—0,954
4,8	0,160	0,128	1,11394		

Extrapolation der γ-Strahlung.

Schichtdicke mm	log J γ	J γ
0	1,138	0,137
1,2	1,124	0,133
2,4	1,120	0,1319
3,6	1,110	0,1288
4,8	1,105	0,1274

Ad Kurve 6 u. 7.

$$\mathrm{Jo} = 0{,}0294 \frac{\mathrm{v.}}{\mathrm{s.}}$$

Schichtdicke mm	J $\beta + \gamma$ + Jo	J $\beta + \gamma$	log. J $\beta + \gamma$ × 100	J β	log. J β × 100
0	0,424	0,395	1,5966	0,250	1,398
0,065	0,344	0,315	1,4983	0,170	1,230
0,130	0,292	0,263	1,4200	0,118	1,072
0,195	0 262	0,233	1,3674	0,088	0,991
0,260	0,243	0,214	1,3304	0,060	0,839
0,325	0,223	0,196	1,2923	0,051	0,708
0,390	0,215	0,186	1,2695	0,041	0,613
0,81	0,187	0,158	1,1987	0,013	0,114
1	0,176	0,147	1,1673		
1,81	0,165	0,136	1,1335		

Extrapolation der γ-Strahlung.

Schichtdicke mm	log. J γ	J γ
0	1,165	0,145
0,13	1,163	0,145
0,20	1,162	0,145
0,26	1,162	0,145
0,325	1,161	0,145
0,39	1,160	0,145
0,81	1,156	0,143
1	1,150	0,142
1,81	1,135	0,136

Ad Kurve 8 u. 9.

Isolationsverlust Jo $= 0{,}030 \frac{\text{v.}}{\text{s.}}$

Schicht-dicke mm	J β + γ + Jo	J β + γ	log. J β + γ × 100	J β	log. J β × 100
0	0,39588	0,36588	1,56332	0,22388	1,84986
0,00687	0,25513	0,22513	1,35244	0,085	0,92942
0,0337	0,2244	0,1944	1,28870	0,0547	0,73800
0,03	0,2009	0,1709	1,23274	0,0315	0,49831
0,04	0,1938	0,1638	1,21431	0,0248	0,39445
0,05	0,1868	0,1568	1,19535	0,0181	0,25768
0,0637	0,1809	0,1509	1,17869		
0,08	0,1758	0,1458	1,16376	0,0077	—0,11351
0,10	0,1715	0,1415	1,15076	0,0036	—0,44370
0,14	0,1676	0,1376	1,13862	0,000	
0,18	0,1656	0,1356	1,13226		
0,20	0,1640	0,1340	1,12710		
0,30	0,1622	0,1322	1,12123		

Extrapolation der γ-Strahlung.

Schicht-dicke mm	log. J γ	J γ
0	1,150	0,142
0,0069	1,146	0,140
0,0187	1,145	0,1397
0,03	1,144	0,1394
0,04	1,143	0,1390
0,05	1,142	0,1387
0,06	1,141	0,1384
0,08	1,140	0,1381
0,10	1,139	0,1379
0,14	1,130	0,1374

Aus der Strahlenforschungsstelle
der Reiniger, Gebbert und Schall-A.-G., Erlangen.

Die Absorption des sichtbaren Lichtes in der Haut.

Von

Dr. K. Glitscher.

(Mit 2 Abbildungen.)

Hasselbalch[1]) hat frische Haut von Leichen verschiedenartiger Erwachsener und Kinder mit dem spektral zerlegten ultravioletten Lichte einer Kromayerschen Quecksilberlampe durchstrahlt. Aus dem Vergleich der Zeiten, in denen die gleiche Schwärzung eines Chlorsilberpapieres einmal von dem ungeschwächten Lichte einer Spektrallinie, dann von dem durch das absorbierende Medium geschwächten Lichte der gleichen Spektrallinie hervorgerufen wurde, konnte er den Absorptionskoeffizienten für Licht von der Wellenlänge eben dieser Spektrallinie bestimmen. Wie ein Blick in die von ihm mitgeteilten Tabellen lehrt, sind die Koeffizienten für dieselben Wellenlängen untereinander sehr verschieden (über 100%), je nach der Herkunft der verwendeten Häute. Die von Hasselbalch auch angegebenen Mittelwerte aus seinen Messungen dürften immerhin einen guten Anhalt über die Größenordnung der Absorbierbarkeit der verschiedenen kurzwelligen Strahlen in der Haut geben. Man erkennt deutlich, wie die Strahlen mit wachsender Wellenlänge durchdringender werden.

Da es wünschenswert erschien, Hasselbalchs Untersuchungen auch auf das Gebiet des sichtbaren Lichtes auszudehnen, wurde auf Veranlassung des Herrn Dr. Christen die vorliegende Arbeit von mir ausgeführt.

Als Untersuchungsmaterial diente ein möglichst homogenes Stück Schweinsblase, das in sehr trockenem Zustande 0,20 mm Dicke besaß. Schweinsblase wird freilich nicht genau das gleiche Absorptionsverhalten zeigen wie Menschenhaut, jedoch dürfte die Größenordnung der von uns damit gemessenen Zahlen mit der für Menschenhaut gültigen ziemlich übereinstimmen. Die Wahl unseres Versuchsmaterials, das in erster Linie wegen seiner einfachen Handhabung verwendet wurde, erschien auch dadurch gerechtfertigt, daß, wie Hasselbalchs Zahlen zeigen, die Eigenschaften der menschlichen Haut gegenüber den Strahlen in beträchtlichem Maße, je nach dem Individuum variieren, Hasselbalchs Mittelwerte also ebenfalls nur die Größenordnung des Absorptionseffektes wiedergeben.

[1]) Skand. Arch. f. Phys. 25, 1911, S. 55.

Bei der Ausführung der Versuche brauchten wir uns nicht des zeitraubenden Verfahrens Hasselbalchs zu bedienen, sondern konnten, da wir mit sichtbarem Lichte arbeiteten, mit oft erprobten photometrischen Methoden die nötige Genauigkeit erreichen. Unsere Versuchsanordnung ist in Abb. 1 schematisch dargestellt.

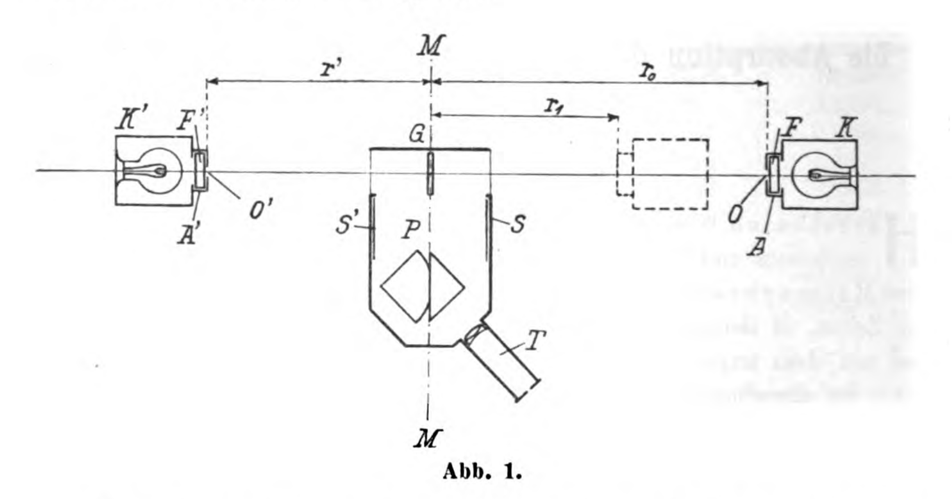


Abb. 1.

Zwei Kästen K und K', in denen mattierte Glühlampen brennen, tragen je einen Ansatz A und A', in denen kleine Glaströge F und F' zur Aufnahme von farbigen Lösungen angebracht sind. Die Kästen sind lichtdicht abgeschlossen bis auf eine kreisförmige Öffnung O, O' von 1 cm Durchmesser vor den Filtertrögen. P ist ein Lummer-Brodhunsches Photometer. Darin ist G ein Gipsplatte, auf deren eine Seite das Licht von O, auf deren andere Seite das Licht von O' fällt. Die Spiegel S, S' lassen das Licht von der beleuchteten Gipsplatte in eine Lummer-Brodhunsche Prismenkombination fallen, deren Konstruktion und Wirkungsweise aus jedem Physikbuche bekannt sind. Durch den Tubus T erblickt man zwei im allgemeinen verschieden hell erleuchtete Felder; nur wenn sowohl von rechts wie von links gleichviel Licht in das Photometer gelangt, erscheint ein gleichmäßig helles Feld. In diesem Falle kann dann nach dem photometrischen Grundgesetz das Verhältnis der Lichtstärken beider Quellen berechnet werden, wie unten gezeigt wird.

Die Messung geschah in folgender Weise. Die Filtertröge F und F' wurden mit einer und derselben Farblösung gefüllt, so daß das von rechts und links in das Photometer fallende Licht von gleicher Farbe war und demnach beim Vergleichen ein „Farbenfehler" nicht entstehen konnte. Die Lichtquelle O' wurde in einem festen Abstande r' vom Photometer als Vergleichs-Lichtquelle aufgestellt. Als Abstand der Lichtquelle ist dabei offenbar der Abstand der Öffnung O' von der Gipsplatte aufzufassen.

An der anderen Seite wurde die Lichtquelle O auf einer optischen Bank so lange verschoben, bis sie den Abstand hatte, bei dem im Photometer gleiche Helligkeit festgestellt wurde. Dieser Abstand r_{01} konnte genau gemessen werden. Darauf wurden rechte und linke Seite des Gipsplättchens durch Umlegen desselben vertauscht, um den Fehler der ungleichen Oberfläche der Gipsflächen zu eliminieren, und abermals auf gleiche Helligkeit eingestellt. Der neue Abstand r_{02} wurde wiederum gemessen. Um dem Einfluß, den die Prismen, etwaiger Staub auf diesen usw. in das Meßresultat bringen, auszugleichen, konnte das Photometer noch um 180° um seine Mittellinie MM (in der Abb. strichpunktiert) umgedreht werden, so daß die Öffnung, die vorher nach links stand, nun nach rechts kam. Dann wurde der Abstand r_{03} gemessen. Zuletzt wurde in dieser neuen Lage die Gipsplatte noch einmal umgewendet und eine vierte Ablesung r_{04} gewonnen. Das arithmetische Mittel aus den vier Messungen gibt offenbar den Abstand r_0, in dem die Lichtquelle O dieselbe Helligkeit im Photometer erzeugt wie die Lichtquelle O′ im Abstande r′.

Am Kasten K konnte nun zwischen Filtertrog F und Blende O das zu untersuchende Hautstück eingeschoben werden. In der oben beschriebenen Weise mußten wieder vier Messungen gemacht werden, deren Mittel den Abstand r_1 ergab, in dem das durch die Haut geschwächte Licht aus O das Plättchen G ebenso stark beleuchtete wie das aus O′.

Bezeichnen wir mit J_0 die Intensität des ungeschwächten Lichtes, mit J die durch die vorgeschaltete Haut von der Dicke d geschwächte Intensität, bedeutet ferner e die Basis des natürlichen Logarithmensystems, μ den Absorptionskoeffizienten und d_h die Halbwertschicht, d. h. diejenige Dicke der Haut, in der die Hälfte der auffallenden Intensität zur Absorption gelangt, so lautet das Absorptionsgesetz

$$J = J_0 \, e^{-\mu d} = J_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{d}{d_H}}.$$

Nach dem photometrischen Grundgesetz ist

$$\frac{J}{J_0} = \frac{r^2}{r_0^2}.$$

Aus diesen beiden Gleichungen ergibt sich zunächt

$$\frac{r^2}{r_0^2} = e^{-\mu d} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{d}{d_H}}.$$

Der Absorptionskoeffizient berechnet sich daraus mit gewöhnlichen Logarithmen zu

$$\mu = \frac{2 (\log r_0 - \log r)}{d \cdot \log e}$$

und die Halbwertschicht zu

$$d_H = \frac{d \cdot \log 2}{2\,(\log r_0 - \log r)}.$$

Als Filterflüssigkeiten wurden solche verwendet, die einen bestimmten, zusammenhängenden Spektralbezirk durchlassen, der durch ein Spektroskop festgestellt werden konnte. Mit dieser Filtermethode ist es natürlich nicht möglich, die Absorption des Lichtes von einer ganz bestimmten Wellenlänge zu messen, nur die mittlere Absorption eines abgegrenzten Spektralbezirkes kann ermittelt werden. Es wurden benutzt:

für Blau eine Lösung von Kupferoxydammoniak
(λ von 440 $\mu\mu$ bis 510 $\mu\mu$, max. 450 $\mu\mu$),

für Grün eine Lösung von Kupfernitrat
(λ von 450 $\mu\mu$ bis 590 $\mu\mu$, max. 520 $\mu\mu$),

für Orange eine Lösung von Methylorange
(λ von 570 $\mu\mu$ bis 700 $\mu\mu$, max. 620 $\mu\mu$),

für Rot eine Lösung von Eosin
(λ von 580 $\mu\mu$ bis 720 $\mu\mu$, max. 650 $\mu\mu$).

In den Klammern steht der Bereich der Wellenlängen λ, die von dem Filter durchgelassen werden, ebenso die Wellenlänge, bei der ungefähr die maximale Helligkeit liegt.

Tabelle 1.

		1. Meßreihe	2. Meßreihe
Messung ohne Schwächung durch die Haut (J_0)	r_{01}	406 mm	415 mm
	r_{02}	396 mm	393 mm
	r_{03}	460 mm	458 mm
	r_{04}	441 mm	431 mm
	Mittel r_0	426 mm	424 mm
Messung mit Schwächung durch die Haut (J_1)	r_{11}	170 mm	163 mm
	r_{12}	158 mm	153 mm
	r_{13}	192 mm	187 mm
	r_{14}	180 mm	180 mm
	Mittel r_1	175 mm	171 mm

In Tabelle 1 sind die Messungen für rotes Licht angegeben. Die Zahlen der 2. Meßreihe wurden an einem anderen Tage wie die Zahlen der 1. Meßreihe gemessen, um festzustellen, ob durch die Augen des Beobachters und andere Zufälligkeiten größere Fehler hineinspielen konnten. Wie man sieht, ist die Übereinstimmung in den entsprechenden Zahlen beider Reihen eine sehr gute.

In Tabelle 2 sind die nach obigen Formeln berechneten Absorptionskoeffizienten und Halbwertschichten für die verschiedenen Farben eingetragen, und zwar beziehen sie sich auf die mit Heißluft getrocknete Schweinsblase. Da die Dicke d der Schweinsblase in diesem trocknen Zustande gut bestimmt werden konnte und die angewendete photometrische Methode eine Meßgenauigkeit bis auf wenige Prozente gestattete, sind die angegebenen Absorptionskoeffizienten bzw. Halbwertschichten für die ganz trockene Schweinsblase mit einem Fehler von höchstens 10% behaftet.

Tabelle 2.

Filter	Wellenlänge in $\mu\mu$, bei der das Intensitätsmaximum liegt	Absorptionskoeffizient in mm^{-1}	Halbwertschicht in μ
Blau	450 $\mu\mu$	10,8	64,4
Grün	520 $\mu\mu$	10,1	68,5
Orange	620 $\mu\mu$	9,5	72,9
Rot	650 $\mu\mu$	9,0	77,1

Legt man die Schweinsblase ins Wasser, so quillt sie bis auf die zwei- bis zweieinhalbfache Dicke auf. Das Absorptionsvermögen eines nassen Stückes ist, wie Versuche zeigen, von dem desselben Stückes in trockenem Zustande trotz der verschiedenen Dicken unmeßbar wenig verschieden. Würde man also die Dicken des Versuchsobjektes in nassem Zustande den Rechnungen zugrunde legen, so erhielte man etwa halb so große Absorptionskoeffizienten bzw. doppelt so große Halbwertschichten wie für das trockene Stück. Man kann dann aber nicht von einem wohldefinierten Absorptionskoeffizienten usw. sprechen, da dieser von dem undefinierbaren Feuchtigkeitsgehalt der Haut abhängen würde. Hasselbalch hat seine Versuche mit frischen Häuten gemacht, die also offenbar ziemlich feucht waren. Wollen wir daher unsere Resultate an die seinigen anschließen, so müssen wir nicht die „trockene" Dicke von 0,2 mm, sondern eine „feuchte" annehmen. Mit 0,4 mm, einer Dicke, die gut möglich ist, da unser Versuchsstück bis 0,5 mm aufquoll, können wir einen guten Anschluß an Hasselbalch erzielen. Unter dieser Voraussetzung sind in der Abb. 2 die Wellenlängen als Abszissen, die Halbwertschichten als Ordinaten aufgetragen. Wie man erkennt, setzen unsere Werte die Hasselbalchschen in befriedigender Weise fort.

Es sei noch bemerkt, daß wir eigentlich nicht die Koeffizienten der reinen Absorption, bzw. die dieser entsprechenden Halbwertschichten gemessen haben, sondern die Schwächung des Lichtes in der Haut, d. h. Absorption und Zerstreuung. Neuerdings gebraucht man nach dem Vorschlage von Glocker dafür die Bezeichnung „Schwächungskoeffizient". In

der Meßanordnung, wie sie Hasselbalch benutzt hat, wird die reine Absorption und ein Teil der Zerstreuung gemessen. Infolgedessen würden seine Absorptionskoeffizienten größer ausfallen, wenn sie Schwächungskoeffizienten wären, bzw. würden entsprechend die Halbwertschichten kleiner sein. Dies kann auch erklären, weshalb wir, um Anschluß an seine Zahlen zu erlangen, die Dicke unserer Schweinsblase doppelt so dick annehmen mußten. also einen Zustand, in dem sie gewiß einen größeren Feuchtigkeitsgehalt hatte als die von Hasselbalch verwendeten Häute. Würden seine Messungen sich auf reine Schwächungen, wie bei uns, beziehen, so würden

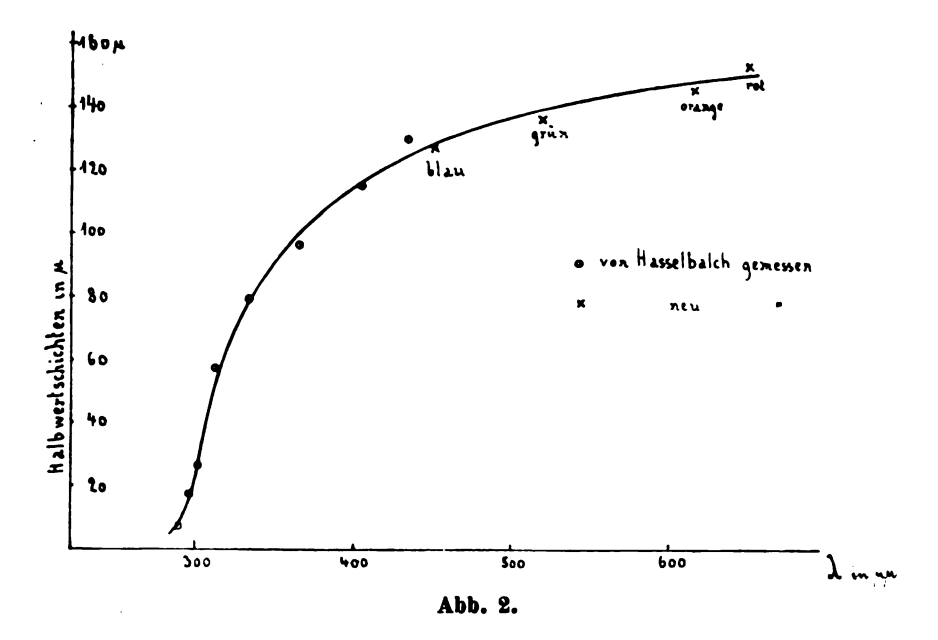


Abb. 2.

wir vielleicht schon mit etwa der 1,7 fachen Dicke den Ansceluß an ihn erreichen, einer Dicke, bei der noch nicht zu viel Feuchtigkeit von der Blase aufgesaugt worden ist.

Mag auch der Anschluß an die von Hasselbalch gemessenen Werte und damit die Abb. 2 etwas problematisch erscheinen, so kann Abb. 2 doch als ein gutes Bild für den Umstand genommen werden, daß die Lichtstrahlen mit zunehmender Wellenlänge, also vom Ultravioletten bis zum Roten, stetig durchdringender werden. Auch die Größenordnung der Zahlen in Abb. 2 wird sicher gut stimmen, ohne daß jedoch ein bestimmtes Maß für die Abweichung von den wahren Werten angegeben werden kann. Die Werte in Tabelle 2 hingegen besitzen unter den dabei gemachten Voraussetzungen eine Genauigkeit von wenigstens 10%.

Über die Einwirkung der künstlichen Höhensonne bei Keuchhusten.

Von

Dr. **Alfred Leopold**, Klagenfurt.

Wie der Zufall im menschlichen Leben mitunter eine große Rolle spielt (die Röntgenstrahlen sind ja auch zufällig entdeckt worden), so kam auch ich durch einen Zufall auf die günstige Einwirkung der Röntgenstrahlen und später der „Künstlichen Höhensonne" auf den Verlauf des Keuchhustens. Vor etwa zehn Jahren wurde von einem Kollegen ein Patient zu mir gebracht, zur Röntgenuntersuchung, der seit längerer Zeit an heftigen krampfartigen Hustenanfällen litt, wofür keine Erklärung gefunden werden konnte. Bei der Untersuchung stellte es sich heraus, daß Lunge und Herz vollkommen intakt waren. Einige Tage darauf kam der Patient auf der Straße auf mich zu mit dem freudigen Ausrufe: „Die Röntgenstrahlen sind was Wunderbares, mein Husten ist vollständig geschwunden." Ich war anfangs sehr verblüfft über diese Mitteilung, ließ den Patienten bei seiner Meinung und glaubte eine Suggestivwirkung annehmen zu sollen.

Gerade zu dieser Zeit war hier eine sehr heftige Keuchhustenepidemie, und ersuchte ich mehrere Kollegen, mir aus der Armenpraxis einige Versuchskaninchen zuzuweisen, um solche Versuche zu unternehmen. Es wurde mir eine Mutter mit fünf Kindern zugewiesen; die Altersstufen waren von 2—8 Jahren. Ich bestrahlte die Kinder am Thorax vorne und hinten durch je 3 Minuten und bestellte sie für den nächsten Tag wieder. Da dankte mir die Mutter voll Befriedigung, daß sie wenigstens einige Stunden der Nacht schlafen konnte, was bisher nicht möglich war, da die Anfälle sich bei den Kindern der Reihe nach unaufhörlich eingestellt hatten. Das älteste Kind, welches die leichtesten Anfälle gehabt hatte, war überhaupt verschont geblieben. Auch bei den anderen Kindern waren die Anfälle in einigen Tagen ganz erträglich, nur bei dem vierjährigen Kinde, einem außerordentlich kräftigen Buben, waren die Anfälle am hartnäckigsten. Ich hatte fernerhin noch Gelegenheit, bei ca. 20 Kindern mit dieser Behandlung sehr schöne Erfolge zu erzielen.

Als ich in den Besitz der „Künstlichen Höhensonne" gelangte, mit der ich seither bei Tuberkulose, allen möglichen Hautkrankheiten, Erfrierungen, Drüsenanschwellungen, Ischias usw. glänzende Erfolge er-

zielte, die ja auch bereits durch eine große Reihe von Publikationen zur Kenntnis der Mitwelt gelangten, versuchte ich mit derselben auch die Behandlung des Keuchhustens und hatte womöglich noch bessere Erfolge, als mit den Röntgenstrahlen. Namentlich ging die Erholung der von den heftigen Anfällen mitunter recht arg mitgenommenen Kinder in überraschend kurzer Zeit vorwärts, die Brechbewegungen stellten sich sehr selten ein, gewöhnlich nur dann, wenn der übermäßige Hunger gar zu energisch gestillt werden wollte. Bei einem Kinde aus meiner engeren Verwandtschaft, welches die für Keuchhusten charakteristischen Erscheinungen darbot, und welches ich sofort durch einige Tage der Bestrahlung aussetzte, kam es zu keiner Entwicklung des Keuchhustens, und glaube ich bestimmt annehmen zu können, daß durch die Bestrahlung der Ausbruch dieser leidigen Erkrankung verhindert wurde.

Alle anderen Kinder, welche ich zur Bestrahlung bekam, litten schon wochenlang unter mehr minder heftigen Anfällen, und wurden mir diese Patienten fast ausnahmslos von Familien zugewiesen, die seinerzeit sich von der günstigen Einwirkung der Höhensonne zu überzeugen Gelegenheit gehabt hatten. Ich hatte bisher erst in neun Fällen Gelegenheit, diese Methode anzuwenden, welche aber alle prompt reagierten. Es wurden 5—20 Bestrahlungen angewendet, die Anfälle waren nach den ersten Bestrahlungen sehr gemildert, und wurde die Kur meistens deshalb länger fortgesetzt, weil die Steigerung des Appetites, sowie die rasche Wiederherstellung der Kräfte eine so offensichtliche war. Ein Knabe, der nach 14 Bestrahlungen von seinem sehr schweren Husten erlöst war, zog sich durch Unvorsichtigkeit nach 8 Tagen einen neuerlichen Anfall zu, der aber nach einmaliger Bestrahlung vollständig schwand.

Wenn es mir gelungen sein sollte, durch diese meine Mitteilung die Herren Kollegen zur Überprüfung meiner Erfahrungen angeregt zu haben, so wäre ich sehr befriedigt

Referatenteil

Unter Mitwirkung von

Dr. A. Gunsett, Straßburg und **Dr. Hans Ritter,** Hamburg

bearbeitet von

Prof. Dr. Hans Meyer

Kiel (z. Zt. im Felde).

Die X-Strahlen bei chirurgischer Tuberkulose.

Von

Dr. **Manfred Fränkel,** Charlottenburg, z. Zt. im Felde.

In dem letzten Jahrzehnt hat sich eine Heliotherapie ausgebildet, deren Leistungen weit über das zu erwartende Maß staunenswerte Erfolge zeitigte, seit Finsen mit seiner Lichtbehandlung des Lupus — seit Rollier durch Sonnenbestrahlung bei chirurgischen Tuberkulosen über wunderbare Heilungen berichten konnten.

Wenn auch nicht zu bezweifeln ist, daß die Zufuhr der Wärme — deren Strahlung das Filter der kapillaren Blutgefäßnetze zu passieren und bis in die tieferen Gewebsschichten vorzudringen vermag — einen nicht zu unterschätzenden Faktor der Sonnenbehandlung darstellt, so kommt doch gegenwärtig mehr und mehr die Ansicht zum Ausdrucke, daß es gerade die durch das kurzwellige Licht im Bereiche des Rete Malpighi (Zellkerne) eingeleiteten Transformationsprozesse bzw. die Zerfallsprodukte derselben sind, mit denen die spezifischen Erfolge der Sonnenkuren zusammenhängen.

Über die Bedeutung des Pigmentes als Schutz gegen die Aktivität der Strahlung kann kein Zweifel bestehen. Der Hautfarbstoff bildet gewissermaßen ein weiteres Filter für die Strahlung, das jenes ergänzt, welches schon durch das in den Kapillarschlingen kreisende Blut, das „Gefäßrot", dargestellt wird. Die Lichtenergie geht aber dadurch im Gegensatze zu früheren Anschauungen für den Organismus nicht verloren, sondern kommt, entsprechend umgewandelt, diesem als Wärme oder Chemismus zugute. In dieser Hinsicht dürfen wir weiterhin annehmen, daß, wie schon Kammerer, Knauer, Weidenreich, Werner und namentlich Aron betont haben, das Hautpigment die Lichtstrahlen teilweise in Wärmestrahlen umsetzt bzw. letztere durch Absorption speichert und dadurch die Wärmeregulation der Haut namentlich bei hohen Außentemperaturen erleichtert. Das Pigment vermag dieserart die Wärmeproduktion des Organismus zu entlasten und diesen dadurch vor stärkeren Schwankungen der Temperatur zu bewahren. Die Pigmentkörnchen wirken nach Weidenreich gewissermaßen wie kleinste Heizkörper, andererseits löst die hierdurch erhöhte Wärmeaufnahme des Integumentes den Transpirationsvorgang früher aus, als dies bei unpigmentierter Haut der Fall ist, befördert dadurch die Verdunstung und beschränkt, wie beim Neger, die Steigerung der Körpertemperatur.

Solger hat kürzlich die Bedeutung des Pigmentes in einem Aufsatze zusammengefaßt, wobei im besonderen auch die Wirkung exo- und endo-

gener Sensibilisatoren im Pflanzen- und Tierreiche besprochen wird. Das Hautpigment kann in dieser Auffassung als ein die Aktinität biologisch mildernder Faktor angesehen werden, während durch andere Körper, wie durch die Farbstoffe der Galle, das Hämatoporphyrin, die Wirkung langwelligen Lichtes, jene der gelben und roten Strahlen, gesteigert wird. Jedenfalls bedeutet die Lichtladung des Blutes, sowie jene der einzelnen absorbierenden Hautbestandteile einen positiven Energiezuwachs für den Organismus.

Ferner beanspruchen die Beziehungen des Hautorganes und der Nebenniere hohes Interesse, wie die von Meirowski entwickelten Gesichtspunkte beweisen. Die in den Basalzellen der Haut gebildeten Propigmente, Tyrosin, Tryptophan, wie sie durch den Saftstrom in den Kreislauf gelangen, werden de norma von der Nebenniere verarbeitet, vielleicht sogar zu Adrenalin umgebaut. Steigt wie unter dem Einflusse der Strahlung die Menge dieser Zerfallsprodukte, werden diese nicht rasch genug abgeführt, oder ist die Funktion der Nebenniere geschädigt, wie u. a. bei Tuberkulose derselben, so verbleiben die Propigmente in der Haut und werden hier im Wege weiterer Oxydation durch die Tätigkeit der oxydativen Fermente daselbst in Farbstoff umgesetzt. Damit wird auch das Auftreten der Hautpigmentierung bei Morbus Addisoni verständlicher. Wir gehen nicht fehl, wenn wir die Haut (von der Bedeutung ihrer Drüsen abgesehen) heute schon mit Rücksicht auf die daselbst ständig ablaufenden autolytischen Vorgänge, die durch strahlende Energie einer geradezu elektiven Steigerung fähig sind, den Organen mit innerer Sekretion anreihen. Bei Besonnung tritt eine aktive Hyperämie der Haut mit Erweiterung ihres Gefäßapparates ein, wodurch innere Organe entlastet werden. Als Ausdruck dessen wird Abnahme des Blutdruckes, meist mit Zunahme der Pulsfrequenz beobachtet. Mit der Erhöhung der peripheren Zirkulation muß auch die durch das Hämoglobin der roten Blutkörperchen mögliche Absorption von Lichtenergie eine Steigerung erfahren. Daß das Blut durch Lipoidoxydation eine gesteigerte Photoaktivität gewinnt, ist von Schläpfer gezeigt worden. Ob bei Insolation tatsächliche eine absolute Vermehrung der Zahl dieser, sowie eine erhöhte Mauserung des Blutes stattfindet, ist noch nicht sichergestellt. Denkbar wäre, daß aus der belichteten Haut stammende Stoffwechselprodukte einen nutritiven Reiz auf die Bildungsstätten der Blutkörperchen ausüben.

Lazarus drückt sich hierüber auf Grund besonderer, zu diesem Zwecke unternommener Experimente dahin aus, daß es sich bei der biologischen Strahlenwirkung um einen gleichartigen Grundprozeß handelt, nämlich um das Eindringen von Schwingungen, sowie korpuskulärer Energieträger in die Säfte und Zellen mit nachfolgender Energietransformation, wie ich es auch schon in meinem Buche[1]) ausführte. Die chemisch wirksamen Strahlen aller drei radioaktiven Familien führen qualitativ ähnliche Effekte herbei. Die „Radioaktivität" wirkt vielfach in ähnlicher Art, wie wir es von den ultravioletten und insbesondere von den Röntgenstrahlen her kennen; auch diese ionisieren die Luft, beeinflussen die Fermenttätigkeit und die blutbildenden Organe, schädigen

[1]) Die X-Strahlen in der Gynäkologie 1911. Verlag Rich. Schötz.

pathologische Zellen, steigern die Harnsäureausfuhr, führen zur Leukozytose und bei starker Bestrahlung zum Untergange der weißen Blutkörperchen. Entsprechend dem Gesagten sind auch die histologisch feststellbaren Veränderungen nach der Einwirkung des Lichtes einer-, der radioaktiven Körper andererseits die gleichen.

Heinecke vermochte den Nachweis zu erbringen, daß durch die radioaktive Strahlung vor allem die Lymphoidzellen, besonders jene der Milz, am stärksten angegriffen werden. Hertwig hat im morphologischen Wege gezeigt, daß die Radiumstrahlen namentlich die Kernsubstanz schädigen, was die Empfindlichkeit sich vermehrender Zellen erklärt.

Zur weiteren Lösung der Strahlentiefenwirkung hat Bering beigetragen. Es handelte sich darum, nachzuweisen, ob dem Körper Mittel zu Gebote stehen, gerade die tiefdringenden Strahlen, die roten, gelben, grünen Strahlen in ihrer Wirkung zu verstärken, sie zu sensibilisieren.

Diesbezügliche Versuche wurden angestellt mit Farbstoffen, Galle, Eisensalzen und Hämatoporphyrin. Es gelingt bei allen Strahlengattungen, auch bei den roten, durch Zusatz eines geeigneten Sensibilisators eine Steigerung bis zur Schädigung der Fermentwirkung zu erzielen. Allerdings sind diese Sensibilisatoren anscheinend nicht für alle Strahlengruppen dieselben. Wie bereits früher ausgeführt, haben die roten Strahlen an und für sich keine biologische Wirkung, sie zeigen aber nach Sensibilisierung bald eine deutliche Einwirkung im Sinne einer Fermentaktivierung.

Der Körper verfügt also über zweierlei Regulatoren, einmal das Pigment, welches in Aktion tritt, wenn eine Schädigung zu befürchten ist, dann über die Sensibilisatoren, wenn die Lichtwirkung einer Unterstützung bedarf. Das Licht übt also eine Wirkung aus auf die Grundstoffe der Organismen in dem Sinne, daß es zu einer Spaltung derselben führt; zum zweiten vermag es einen fördernden Einfluß auszuüben auf Oxydationsprozesse sowohl in dem Sinne, daß es die Abspaltung des Sauerstoffes aus einer Hgb-Verbindung erleichtert, als auch, daß es eine fördernde Wirkung ausübt auf die in allen tierischen und pflanzlichen Zellen tätige Peroxydase. Und an diesen Vorgängen sind mit größter Wahrscheinlichkeit alle Strahlengruppen beteiligt; und jene, deren Wirkung nur eine äußerst geringe, deren Penetrationsfähigkeit aber eine große ist, finden im Organismus Stoffe, welche ihnen durch Sensibilisierung eine Wirkung ermöglichen, die in ihrer weittragenden Bedeutung allein dem Lichte, den Strahlungen, zukommt.

Die „chirurgische" Tuberkulose — die eigentlich alle Organe, wie Haut, Drüsen, Knochen, Gelenke, Nieren, Genitalien, Bauchfell usw., etwa mit Ausnahme der Lunge, umfaßt, weil nach den bisher geltenden Anschauungen eine Heilung allein durch chirurgischen Eingriff möglich war — ist auf Grund der erhobenen Befunde in über 1000 Fällen nach Rollier in jeder Form, jedem Stadium und jedem Alter allein durch Insolation heilbar. Dabei soll diese jedoch in Erweiterung des ursprünglich von Bernhard vertretenen Standpunktes nicht bloß lokal, sondern, gleichzeitig auch den ganzen Körper treffend, in Form der Sonnenvollbäder zur Anwendung gebracht werden. Es ist sicher, daß die Heilfähig-

keit im geraden Verhältnisse zur Schnelligkeit und Intensität der Hautpigmentierung steht. Ebenso kann der sklerosierende Einfluß der Insolation auf das spezifisch erkrankte Gewebe als bewiesen gelten; erweichte Drüsen, fungöse Granulationsmassen werden resorbiert und Bindegewebe gebildet. Unzweifelhaft ist auch die schmerzstillende Wirkung der Strahlung, die schon im Beginne der Behandlung deutlich zum Ausdrucke kommt. Die besten Resultate ergibt die geschlossene Tuberkulose. Aber auch bei mit Karies, Fisteln, Sequestern einhergehenden, durch Tuberkulose der Lunge komplizierten Fällen können bei entsprechender Dauer vollwertige Heilungen erzielt werden. Die Resultate der Drüsen- und Knochentuberkulose sind sicher, dauerhaft und funktionell ideal. Franzoni beschäftigt sich noch besonders mit dem Einflusse der Insolation auf die sequestrierende Form der Knochentuberkulose. Wenn auch langsam, so werden die mortifizierten Teile ohne störende Reaktion, ohne Schmerzen ausgestoßen.

Die Auffassung der chirurgischen Tuberkulose als eine lokale Erkrankung, die nur einer lokalen Behandlung bedarf, darf heute nicht mehr zu Recht bestehen. Im Gegenteil stehen wir nach Rollier hier ganz besonders und ausschließlich vor einer Allgemeinerkrankung, bei der zu wirksamer Bekämpfung auch eine Allgemeinbehandlung einzusetzen hat.

Die Tuberkulose ist von allen Infektionskrankheiten diejenige, bei der das „Terrain", der Grund und Boden, auf dem sie sich ausbreitet oder ausbreiten will, von der größten Bedeutung ist. Eine rationelle, aussichtsvolle Behandlung kann daher nur eine solche genannt werden, die vor allem auf eine Wieder- und Neugestaltung dieses Terrains, d. h. des ganzen Körpers abzielt. Nachdem Bardenheuer, einer der Vorkämpfer der Heliotherapie unter den Chirurgen, mit der „Sonne von Cöln", und zwar auch bei schwersten Formen fungöser Tuberkulose, sehr günstige Resultate erzielte, hat man damit begonnen, die Verwendung der Sonne des Mittelgebirges, ja der Ebene in den Kampf gegen die chirurgische Tuberkulose einzubeziehen, und zwar mit dem besten Erfolg. Es besteht eine den Sonnenstrahlen allerorts innewohnende Tiefenwirkung, deren Vorhandensein von Rollier u. a. aus den klinischen Erfahrungen geschlossen wird.

Verschiedene Möglichkeiten ließen sich für die Tiefenwirkung denken, wie Vulpius ausführt:

1. Die roten Lichtstrahlen dringen in die Tiefe und wirken direkt auf den Krankheitsherd.

2. Die in die Tiefe dringenden roten Strahlen werden dort sensibilisiert und wirken in der Tiefe gewissermaßen als Ultraviolett, „in statu nascendi", auf den Krankheitsherd.

3. Das Ultraviolett wird durch das Pigment sensibilisiert und dringt als langwelliges Licht in die Tiefe.

4. Das photoaktive Blut führt Strahlenenergie zum Krankheitsherd.

5. Eine weitere Möglichkeit, die nicht ganz von der Hand zu weisen ist, wäre die, daß im Sonnenlicht uns noch völlig unbekannte Strahlen vorhanden sind, welchen eine Tiefenwirkung zukommt.

Wie weit die Wirkung der Sonnenstrahlen über die Grenze unserer bisherigen Erkenntnis und Anschauung ihrer Durchdringungsfähigkeit

hinausgeht, wie auch hierin unsere Hoffnung und Erwartung von der Wirklichkeit noch weit übertroffen werden dürften, das zeigen die allerjüngsten Erfahrungen des Prof. Berndt.

Infolge der hohen Temperatur der Sonne, die nach neuesten Messungen auf 6—7000 Grad anzusetzen ist, müssen von ihr außer Licht- noch Betastrahlen ausgehen als negativ geladene Teilchen-Elektronen, deren Größe ein Achtzehnhundertstel der des Wasserstoffatoms ist, und von jedem zur Weißglut erhitzten Körper ausgehen, sowie von radioaktiven Substanzen.

Wir wissen weiter, daß die Aussendung der Betastrahlen bei den radioaktiven Substanzen stets mit einer solchen von Gammastrahlen verbunden ist. Diese sind ihrem Wesen nach mit den Röntgenstrahlen identisch, die nach den neueren experimentellen Forschungen als Ätherwellen von sehr kleiner Wellenlänge anzusehen sind, nur sind die ersten durchdringungsfähiger, daher werden sie nur in geringem Maße absorbiert.

Durch die radioaktiven Substanzen im Erdboden werden die der Erdoberfläche nahen Schichten der Erdatmosphäre ständig von Gammastrahlen durchsetzt und dadurch ionisiert. Nun fand sich in größerer Höhe über der Erde eine bedeutend größere Zahl Ionen, als daß sie aus diesen Gammastrahlen der in der Erde lagernden radioaktiven Substanzen stammen konnten. Als Quelle dieser kosmischen Gammastrahlen vermutet nun Kohlhörster die Sonne. Man könnte dann diese Gammastrahlen der Sonne als Begleiterscheinung ihrer Betastrahlen ansehen, in derselben Weise, wie bei den radioaktiven Substanzen Beta- und Gammastrahlung miteinander verknüpft sind.

Diese Vermutung findet in folgendem eine Stütze, wie Prof. Berndt ausführt: Jede Gammastrahlung ist um so durchdringender, je größer die Geschwindigkeit der ihr zugehörigen Betastrahlung ist. Da nun die Betastrahlen der Sonne eine größere Geschwindigkeit haben als die irdischen, so muß auch die Durchdringungsfähigkeit ihrer Gammastrahlen wesentlich größer als die der von der Erde ausgehenden sein. Nach Berechnungen von Kohlhörster ist dies tatsächlich der Fall, denn der Absorptionskoeffizient der kosmischen Gammastrahlung ist etwa fünfmal kleiner als der der irdischen. Eine offene Frage bleibt indessen noch, ob die Betastrahlung oder Gammastrahlung der Sonne ihren Ursprung ausschließlich in ihrer hohen Temperatur findet, oder ob daneben auch noch radioaktive Prozesse mitwirken; so erklärt sich auch zwanglos die mächtige Durchdringungsfähigkeit der Sonne, die eben nicht nur die uns bisher bekannten Strahlen enthält, sondern ein Gemisch von β- und γ-Strahlen von allgewaltiger, allesdurchdringender Kraft. Jedenfalls kommen wir damit noch einen Schritt weiter bei der Frage über die engen Beziehungen zwischen Sonne und Röntgenstrahlen und ihnen gemeinsam innewohnende Kraft und Einwirkung.

Diese neuesten Ergebnisse erst machen es verständlich, daß wir mit Fug und Recht die künstlichen Belichtungen mit Röntgenstrahlen als einen Bundesgenossen der Heliotherapie bezeichnen, deren Wert und Zuverlässigkeit wir mit steigender Erfahrung immer mehr schätzen lernen, ja daß die Röntgentherapie in ihrer heutigen Gestaltung nicht nur mit der Heliotherapie zu konkurrieren vermag, sondern

ihr gegenüber sogar gewisse Vorzüge hat. Unabhängig von Witterungsverhältnissen steht uns dieses künstliche Licht jederzeit zur Verfügung. Wir sind imstande, diese Strahlungen genau dosieren zu können, während wir es beim Sonnenlicht mit wechselnder Intensität und schwankendem Ultraviolettgehalt zu tun haben. Immer wieder, so schreibt Vulpius, setzt uns die Beobachtung in Erstaunen, wie die Patienten von Woche zu Woche sich erholen und kräftigen, wie auch der örtliche Befund sich rapid zum Besseren wendet; Schmerz und Schwellung lassen nach, die Eiterung versiegt, die Vernarbung schreitet schnell vorwärts und in die lange versteift gewesenen Gelenke kommt Bewegungsfähigkeit zurück. So lautet das Urteil Vulpius' auf Grund von Beobachtungen und Eindrücken bei vielen Tausenden künstlicher Bestrahlungen.

Ähnlich äußert sich Wilms in seiner Arbeit. Größere operative Eingriffe sind nur noch in Ausnahmefällen am Platze. Die Sonnenbestrahlung wie die Röntgenbestrahlung haben bewiesen, daß die Chirurgie bei der Tuberkulose in Form der früheren Großchirurgie nicht mehr zu Recht besteht, Finger-, Zehen-, Hand-, Wurzel-, Fuß- und Rippentuberkulose, Ellbogen- und Schultertuberkulose bieten durch die Röntgentherapie die besten Aussichten auf schnelle Dauerheilungen. Ein großer Teil dieser Fälle kann bei ambulanter Behandlung in 3—4 Monaten völlig wiederhergestellt werden. Die Schwierigkeiten, die bei der Kindertuberkulose bestehen, werden, wie die Heidelberger Erfahrungen lehren, dadurch überwunden, daß das tuberkulöse Granulationsgewebe eher von dem Röntgenlicht beeinflußt wird als die Epiphysen. Galten anfangs Koxitis, Spondilitis und Gonitis als schwerer beeinflußbar, besonders wenn es sich nicht mehr um Anfangsformen handelte, so konnten auf Grund der neuen Forschung über intensivere Bestrahlung bei diesen Tiefentuberkulosen die gleichen Fortschritte beobachtet werden. Das gleiche gilt von der Lymphdrüsentuberkulose und der des Bauchfells. Ja, Wilms stellt den Satz auf, daß die chirurgische Entfernung eines Herdes den Patienten nicht vor Rezidiven und Neuinfektionen schützt, während bei dem langsamen Ausheilungsprozeß unter der X-Strahlenbehandlung sich gleichzeitig ein immunisatorischer Vorgang entfaltet, dessen große Bedeutung für den Allgemeinzustand des Kranken noch weiter unten beleuchtet werden muß.

Überblickt man, wie wir es im folgenden tun wollen, die bislang über dieses Gebiet vorliegende Literatur, so fällt einem vor allem auf, wie man allmählich und stetig, von Fall zu Fall möchte ich sagen, tastend weiter in der Erkenntnis der Bedeutung und des Einflusses der Strahlen bei chirurgischer Tuberkulose fortschreitet, wie nach wohldurchdachtem Plane die Dosierung streng in den Grenzen des Maßvollen gehalten wird, das nihil nocere als oberstes Gesetz ernster wissenschaftlicher Forschung alle auf diesem Gebiet Tätigen beherrscht und sie vor Überdosierungen und Überhebungen zurückschrecken läßt, die vielleicht Augenblickserfolge zeitigen könnten, aber in sich doch den Keim des Schadens für die Folgezeit tragen und so schließlich zur Diskreditierung der ganzen Maßnahme überhaupt führen können. Man kann mit Freuden sagen, daß die auf diesem Gebiete tätigen Forscher sich freizuhalten wußten von dem in anderer Spezialwissenschaft bei der Weiterausbildung der Strahlen-

technik Platz gegriffenen Wettlauf und der Überbietung der Dosengrößen, die oft eine schwindelhafte Höhe angenommen haben. Unbeeinflußt durch etwa mögliche höhere Bewertung nach außen, bemüht, nicht so sehr sich als nur der Sache zu dienen, wird das Material streng gesichtet und geprüft, geheilte Fälle, deren Behandlung aber noch zu kurze Zeit zurückliegt, werden aus vorsichtiger Erwägung nicht unter die Dauerheilungen notiert — wie man es leider so oft jetzt bei den Karzinombehandlungen mit X-Strahlen annehmen muß.

A. Spezieller Teil.

I. Die Verwendung von Röntgenstrahlen bei Knochen- und Gelenktuberkulose geht zurück bis zum Jahre 1898. Die Mitteilungen der ersten Jahre bezogen sich nur auf wenige Fälle, sie haben deshalb keinen Wandel in der chirurgischen Behandlung der Gelenktuberkulose, die damals noch eine intensiv chirurgische war, hervorgerufen, trotzdem die Erfolge der betreffenden Autoren schon recht beachtenswert waren. So berichtete Kirmisson über Heilung einer fungösen Handgelenktuberkulose bei einem 17jährigen Menschen durch Röntgenbestrahlung in 2 Monaten in der Société de chirurgie Paris. Freund und Ticinsky (1904) berichten von Heilungen bei Finger- und Kniegelenktuberkulose und Koxitis.

In dem darauffolgenden Jahrzehnt sind nur sehr spärliche Veröffentlichungen, meist in der ausländischen Literatur, über die Anwendung der Röntgenstrahlen bei Knochen- und Gelenktuberkulose erschienen. 1904 berichtete Rudis über Heilung von 4 Fällen von Gonitis und einen Fall von Koxitis sowie über Besserungen eines Tumor albus in 4 Monaten.

Gregor (Brit. medic. journal, S. 184) hat 1905 eine synoviale Kniegelenktuberkulose bei einem 17jährigen Mann beweglich geheilt.

Rédard (Archives d'électricité médicale 1906, S. 184) veröffentlichte gute Erfolge bei Spina ventosa, bei Fuß- und Handgelenktuberkulose; leider fehlen zahlenmäßige Angaben. Einmal hat Rédard sogar eine Ankylose beseitigt; nach seinen Angaben eignen sich nur geschlossene Tuberkulosen zu dieser Behandlung; bei offenen und eiternden Tuberkulosen blieb der Erfolg aus.

Ähnliche Resultate beobachteten Scott und Vassilides 1906, Paolo 1907.

Außer Wetterer, der in seinem Handbuch eine Heilung bei Handgelenktuberkulose, eine eigene Beobachtung aus dem Jahre 1906, mitteilt — er hat einen schmerzhaften Fungus des Handgelenkes bei einer 54jährigen Frau, die außerdem noch lungenschwindsüchtig war und an Lupus litt, nach 3 Monaten beweglich geheilt — ist Freund der einzige deutsche Autor, der Erfahrungen über Röntgenbestrahlung von Knochentuberkulose bekanntgibt (Wien. med. Woch. 1908, Nr. 43—45). In seiner weiteren Mitteilung ist Freund „zu dem Resultate gekommen, daß die Röntgenstrahlen in allen den Fällen, wo die Rippen, und kleine oberflächlich gelegene Knochen (Phalangen, Metakarpen und Metatarsen, das Sternum und Skapula) tuberkulös erkrankt sind, wo die Synovialis nicht am Prozeß beteiligt ist und wo keine Eiter- und Knochentrümmer-

retention stattfindet, vorzügliche Dienste leisten". Dies Verfahren ergab bei 10 Fällen 6 vollständige Heilungen, 2 wesentliche Besserungen und 2 Mißerfolge (Mün. med. Woch. 1909, S. 2108).

Ein Wendepunkt in der Entwicklung der Röntgentherapie bei Knochen- und Gelenktuberkulose trat erst durch die Mitteilungen des damaligen ersten Assistenten Iselin an der von Prof. Wilms geleiteten Baseler Klinik ein, der zum ersten Male 1907 in systematischer Weise ein beträchtliches Material unter Ausbau einer exakten Technik behandelte. Erst nach seinen Mitteilungen sind in einer Reihe von Kliniken weitere Erfahrungen gesammelt mit dem Gesamtresultat, daß die Iselinschen Erfahrungen im wesentlichen bestätigt wurden.

Schon an der Leipziger Klinik hatte Prof. Wilms bei der Röntgentherapie der Tuberkulose, die vereinzelt in der Poliklinik vorkam, die Beobachtung gemacht, daß speziell fungöse Formen der Tuberkulose bei älteren Leuten ungewöhnlich schnell zurückgingen. Auf Grund dieser und eigener Erfahrungen berichtete Iselin 1910 über 41 bestrahlte Fälle, von denen er 24 geheilt und 6 gebessert hat. Ihm gebührt das Verdienst, die Methode ausgearbeitet und verfeinert zu haben. Die Demonstration von lokalen Heilungen tuberkulöser Knochenherde bei Patienten mit ausgebreiteter Tuberkulose und schlechtem Allgemeinbefinden bewies die günstige Einwirkung der Röntgenstrahlen auf das diesen Strahlen zugängliche tuberkulöse Gewebe. Auf Grund dieser ersten Mitteilung von Iselin wurde die Röntgenbehandlung an mehreren Orten versucht. So von Baisch in Heidelberg, der im Jahresbericht der Heidelberger chirurgischen Klinik von 1911 darüber berichtete. Auf dem Kongreß für Physiotherapie Berlin 1913 hat Wilms in seinem Referat eingehende Mitteilungen über die Heidelberger Erfolge gemacht.

Iselin hat jetzt bereits an 1000 Fälle bestrahlt, und die Baseler Klinik hat während der letzten 5 Jahre, in welchen die neue Methode erprobt wurde, überhaupt fast keine verstümmelnden Operationen bei Tuberkulose der Knochen und Gelenke vorgenommen. In dem Institut für Röntgentherapie der Baseler chirurgischen Klinik werden jetzt etwa 2000 Sitzungen im Jahr gegeben. Iselin ist vorsichtig tastend vorgegangen. Er hat zuerst nur Affektionen von Fingern und Zehen bestrahlt und ist, als er hier Erfolge hatte, zu den massigeren Knochen und Gelenken fortgeschritten.

Nach seinen Erfahrungen hat er folgende Grenzen für die Ausheilungsmöglichkeit der Gelenk- und Knochentuberkulose durch X-Strahlen gezogen: Ungeeignet für Röntgentherapie im Sinne einer völligen Ausheilung sind erstens tiefsitzende Herde, Hüftgelenk, Schultergelenk, Ileosakralgelenk. Hier wirkt die Bestrahlung schmerzlindernd und sekretionsvermindernd. Ungeeignet sind zweitens der Tumor albus bei Erwachsenen, drittens in Knochen eingeschlossene Herde. Hier soll man die Exkochleation mit der Bestrahlung vereinen; viertens ist ungeeignet die reine Ostitis tuberculosa, selbst bei Fingerknochen, wenn die Weichteile nicht beteiligt sind. Iselin plädiert demnach für Resektion vom Schultergelenk und namentlich vom Kniegelenk beim Erwachsenen, wenn dasselbe ein Fungus ist und sich nicht bereits in Ausheilung mit Eiterung befindet. Die Röntgenstrahlen brauchen eben, um ihre Wirk-

samkeit entfalten zu können, eine geeignete Angriffsfläche, und das ist das junge tuberkulöse Granulationsgewebe, welches reich an wachsenden Elementen, an Lymphozyten, Leukozyten und epithelioiden Zellen ist.

Bei seinen ersten 41 Fällen verteilten sich die Prozesse auf folgende Gelenke und Knochen:

	Zahl der Fälle	Erfolge				Rezidiv	Durchschnitt der Sitzungen
		geheilt	gebessert	ungebessert	in Behandlung Tendenz zur Heilung		
Tuberkulose der Finger- und Zehenknochen	4	4	—	—	—	—	3
Tuberkulose der Mittelhandknochen und der Metakarpophalangealgelenke	10	8	1	—	1	1	4
Tuberkulose der Mittelfußknochen	2	2	—	—	—	1	3
Tuberkulose der Fußwurzelknochen und Gelenke	5	1	—	1	3 (1?)	—	3
Tuberkulose des Handgelenkes	11	5	1	—	5	—	5
Tuberkulose des Ellbogengelenkes	5	3	1	—	1	1	3
Tuberkulose des Kniegelenkes	1	—	1	—	—	—	1¼
Ileosakraltuberkulose	2	—	2	—	—	1	1
Rippentuberkulose	1	1	—	—	—	—	4
	41	24	6	1	10	4	

Der Durchschnitt der Sitzungen bei den einzelnen Fällen betrug 3 oder 4. Recht günstig gestalten sich die Chancen der Heilung bei den oberflächlich gelegenen Knochen und Gelenken, also Finger, Zehen, Mittelhand, Mittelfuß, Handgelenk, Ellbogengelenk. Dieser Statistik schließt Wilms eine solche von Schmerz an:

	Zahl der Fälle	Geheilt	Gebessert	Ungebessert	Gebessert gestorben
Tuberkulose der Hand	12	9	2	—	1
Tuberkulose des Ellbogens	2	—	2	—	—
Tuberkulose des Brustbeins und der Rippen	2	2	—	—	—
Tuberkulose des Knies	16	5	9	3	1
Tuberkulose des Fußes	7	2	2	1	—
	39	18	15	4	2

Auch bei diesen Fällen fällt die günstige Beeinflussung der oberflächlich gelegenen Herde auf. Allerdings sind, worauf Wilms hinweist, hier die Resultate insofern schon weitergehend, als z. B. unter 16 Kniétuberkulosen 5 geheilt, 9 gebessert, 1 ungebessert und 1 gestorben ist. In seinem Resümee darüber führt Wilms aus: Ist die Röntgentherapie aus diesen Zahlen schon als leistungsfähig anzuerkennen, so erhöht sich ihr Effekt noch wesentlich, wenn wir verschiedene Momente berücksichtigen, die das Material selbst betreffen. Sowohl die Fälle von Iselin wie die von Schmerz betrafen im wesentlichen in ambulanter Behandlung stehende Patienten, bei denen eine anderweitige Therapie, bessere Ernährung oder günstige äußere Bedingungen nicht in Frage kamen. Dabei hat ein großer Teil von ihnen multiple tuberkulöse Prozesse; von den 41 Patienten von Schmerz hatten 20, also fast 50%, eine nachweisbare Lungentuberkulose. Von diesen sind 8 geheilt, 10 gebessert, 21 ohne nachweisbare Lungentuberkulose zeigten eine Heilung in 11 Fällen, Besserung in 7 Fällen. Unter den Beobachtungen von Iselin waren ebenfalls schwere Lungentuberkulosen, die an sich schon eine operative Behandlung des Gelenk- und Knochenherdes ausschlossen. Trotz Verschlechterung des Allgemeinzustandes wegen der fortschreitenden Lungentuberkulose konnte Iselin mehrere Heilungen des lokalen Herdes durch Röntgenbestrahlung feststellen, ja sogar ein Patient, 60jähriger Mann mit hochgradigem Fungus des Handgelenkes, zeigte Heilung dieses Herdes innerhalb 2 Monaten bei fortschreitender Verschlechterung des Allgemeinzustandes durch ein inoperables Magenkarzinom. — Also auch das Alter spielt bei der Aussicht auf Erfolg keine hindernde Rolle.

Zur Illustrierung der prompten Wirkung greife ich einige wenige Fälle von Iselin heraus: Tuberkulose des Grundgelenks 2 mit Weichteil- und ausgedehnter Hauttuberkulose, großen tuberkulösen Geschwüren auf dem Handrücken; nach vier Vollbestrahlungen zeigt die vergleichende 2. Abbildung eine vollkommene Ausheilung bei diesem 68jährigen Mann mit Lungenschwindsucht. Das gleiche sehen wir bei einem 13jährigen Patienten. Hier handelt es sich um eine operierte Spina ventosa des fünften Metakarpus mit Abszeß- und Fistelbildung. In einer Abbildung zeigt Iselin uns die exkochleierte ungeheilte Spina mit Abszeß und Fistel. Die ein halbes Jahr schon andauernde völlige Heilung zeigt der Vergleich mit dem Nachbarbild, die zusammengeschobenen Knochenteile erscheinen ganz scharf begrenzt auf dem Röntgenbild. Sehr interessante Abbildungen und Heilerfolge zeigen die Hand- und Fußwurzelknochentuberkulosen, wo die Vergleichsbilder vor und nach der Behandlung das einmal die total verschwommenen, ineinander fließenden Wurzelknochen als zusammengedrängte Masse nur noch undeutlich erkennen läßt, während die zweite Aufnahme die Überreste der Handwurzelknochen in kräftiger Strukturzeichnung ergibt. Es spielt bei den Heilerfolgen das längere oder kürzere Bestehen der Prozesse ebensowenig wie das Alter des Patienten eine einschränkende Rolle, und auch, was den Sitz an größeren Gelenken anbetrifft: Ellbogen, Rippen, Knie, so sind auch hier mit verbesserter Technik Parallelresultate erzielt worden. So war z. B. bei einer eitrigen synovialen, rezidivierenden Ellbogengelenktuberkulose, bei der eine hochgradige Schwellung mit stark sezer-

nierender Fistel bestand, schon nach zwei Sitzungen eine Verminderung der Schwellung und Schluß der Fistel zu beobachten. Nach weiteren zwei Sitzungen ging der Prozeß mit starker narbiger Schrumpfung des Ellbogengelenkes in Heilung. — So zeigte eine Ileosakraltuberkulose mit stark eiternder Fistel, breiter Ulzeration, die jeder anderen Behandlung trotzten, nach einer einzigen Sitzung Überhäutung des Ulkus und Sistieren der Sekretion, ferner eine mehrfach fistulöse Rippentuberkulose schnelle Heilung, Fistelschluß und verblieb ein Jahr bereits ohne Rezidiv. So wurde statt Wiederholung einer Kniegelenkresektion nach Öffnung der Wunde die Wundfläche nun kräftig bestrahlt, die Granulationsfläche zeigte frische rote Farbe und es kam zu exaktem Schluß, so daß Iselin auch hierin Heilung der Tuberkulose anzunehmen sich berechtigt hält.

Bei der Behandlung von Wunden mit größeren Substanzverlusten sind neben der Bekämpfung der Infektion nacheinander zwei Heilprozesse einzuleiten, wie kürzlich Rost in der Mün. med. Woch. schreibt:

1. die Ausfüllung der Defekte mit Granulationsgewebe,
2. die Überhäutung dieser Granulationen.

Bei der Heilung infizierter Wunden wird das Wachstum der Granulationen einmal erzeugt durch in den Bakterienleibern enthaltene Stoffe und zweitens durch Zerfallsprodukte körpereigener Zellen. Durch Begünstigung eines dieser beiden Faktoren kann das Granulationsgewebe indirekt zur stärkeren Wucherung veranlaßt werden.

Diese Zerfallsprodukte körpereigener Zellen (am besten Epithelzellen) werden durch Vermittlung eines in den polynukleären Zellen enthaltenen tryptischen Fermentes frei. Daher schlechte Heilungstendenz tuberkulöser, d. h. an polynukleären Zellen armer Eiterungen.

Wenn nun aber Rost weiter bemerkt, daß wir bislang kein Mittel kennen, das direkt bindegewebsanregend wirkt, so hat er gerade die Röntgenstrahlen vergessen.

Durch die Röntgenstrahlen werden Wunden mit größerem Substanzverlust und Gewebszerfetzungen, wie Abbildungen und Beobachtungen zeigen, außerordentlich schnell gereinigt durch Abstoßung von Gewebspartien. Die Sekretion wurde zusehends geringer und die Wunde granulierte mittels einer besonderen Narbe aus. Das Granulationsgewebe, in dem sich durch die Strahlung ein modifizierter, in Grenzen gehaltener entzündlicher Prozeß abspielte, der das Wachstum der Bakterien durch Ausscheidung von Antistoffen, durch Vermehrung von phagozytierenden Leukozyten zu verhüten weiß, bildet quasi einen Schutzwall gegen das Weiterfortschreiten des Prozesses und trägt so zur Hebung der vitalen Kräfte auch der Umgebung bei.

Hierbei ist zu bemerken, daß in den zahllosen Präparaten, die man zur Konstatierung der Röntgenwirkungen gemacht hat, die Verschiedenheiten der Widerstandsfähigkeit der einzelnen Gefäßschichten aufgefallen ist; während die Adventitia und Media, als die Hüllen größerer und mittlerer Gefäße, stark geschädigt erscheinen und zu Obliterationen neigen, bleibt die Intima ganz oder so gut wie ganz unberührt, und da die kleinsten Gefäße, wie Kapillaren, nur eine Intima besitzen, mit einer leichten Hülle darüber, so trägt vielleicht auch dieses Verhalten gegen Strahlen zu dem

Verständnis bei hinsichtlich der günstigen Beeinflussung des Heilvorganges im granulierenden Gewebe.

Der Wert der Bestrahlung liegt ferner in der besonderen Art der Narbenbildung. Ich kann mich des Eindrucks nicht erwehren, daß gerade die auffallende Zartheit der Narben, wie sie alle Beobachter konstatieren konnten, darauf zurückzuführen ist, daß — einmal — das schnelle Aufhören der Sekretion den sonst so gefürchteten adhärierenden derben Narbenschluß mit seinen bewegungshemmenden Störungen verhütet, ja es ist aber weiter auch der Schluß vielleicht gestattet, daß hier schon wieder Übergänge zu der schädigenden Wirkung der Röntgenstrahlen zu erkennen sind, schädigend natürlich nur insofern, als sie — bei Applikation von Anreizen — im weiteren Verlauf der Neigung der jungen Bindegewebszellen zur übermäßigen Wucherung einen Hemmschuh anlegen. Wissen wir doch aus allen Erfahrungen, daß auf jugendliche Zellen, ganz gleich welchen Ursprungs sie sind, dieselben vom Nachbargewebe als nur anreizend empfundenen geringen Dosen lähmend wirken, daß die Grenzen zwischen hemmend und reizend sehr eng beieinander liegen und alle möglichen Übergangsmodifikationen gestatten, die wir uns eben nur unter geschickter Benutzung dieser Reizdosen für einen zarten Narbenverschluß zunutze machen müssen.

An Stelle also des weichen, mit Epitheloidtuberkeln durchsetzten Gewebes tritt ein Narbengewebe, das, wie die Praxis lehrt, auffallend zart bleibt, so daß weder hypertrophische Narben, noch stärkere Neigung zu bindegewebiger Verwachsung der Gelenke bestehen. Die Tendenz der Röntgenstrahlen, zarte Narben zu bilden, berührt sich hier zweifellos mit der Heilung durch Sonnenlicht, da auch dort die Erhaltung der Gelenkbeweglichkeit, selbst bei schweren fungösen Tuberkulosen, den Nachweis liefert, daß aus den fungösen Massen relativ zartes narbiges Gewebe sich bildet.

Wenn wir die Wirkung der Strahlen auf den Knochen selbst ansehen, so begegnen wir einmal Fällen, wo neugebildeter, periostaler Knochen resorbiert wird, und andererseits erkennen wir, daß Partien, die durch tuberkulöse Granulationen ausgefressen erscheinen, zum Teil wieder mit Knochenbildung ausheilen und daß die ihrer Kalksalze beraubten Knochen ihre Kalksalze wieder aufnehmen und normalen starken Röntgenschatten bei der Durchleuchtung geben. Es sind also auch hier Heilungsprozesse im Gange mit einer Tendenz, möglichst normale Verhältnisse wieder herzustellen, ein Beweis dafür, daß die Röntgenstrahlen im wesentlichen bei richtiger Anwendung die physiologischen Vorgänge im günstigen Sinne beeinflussen. Der gesunde Knochen leidet nicht unter Bestrahlung. Wenn die Tuberkulose ausgeheilt ist, wird seine Struktur auf dem Röntgenbild viel schärfer, und wo sie zu Beginn verwischt war infolge der tuberkulösen Infiltration, sieht man nach der Heilung Lücken von Knochen scharf umschrieben. Die Fähigkeit, neuen Knochen zu bilden, scheint also nicht verloren zu gehen. In einem Fall ist die Radiusepiphyse, die krank war, nach völliger Ausheilung mit der hinteren Metakarpusreihe knöchern verheilt, in einem anderen Fall sind spärliche Reste von Handwurzelknochen mit der Ulna verwachsen. Das krankhafte Knochengewebe dagegen ist offenbar wenig widerstandsfähig: das Röntgenogramm zeigt in solchen

Fällen Verschwinden einer dicken periostalen Auflagerung vollständig, während der Herd im Knochen knöchern ausheilt.

Weiter wurde beobachtet, daß unter der Behandlung das chronische Ödem, der Tumor albus, rasch abnimmt, daß die Haut sich runzelt und daß sich früh eine starke narbige Schrumpfung in den Gelenken geltend macht. Es ist anzunehmen, daß die epitheloiden Elemente geschädigt werden und daß sich das Granulationsgewebe in narbiges Bindegewebe umwandelt im Sinne der natürlichen Heilung. Die narbige Schrumpfung ist oft so stark, daß die Stellungen der Gelenke, die für den Gebrauch bei Versteifung am günstigsten sind, von Anfang an durch Lagerung auf Schienen angestrebt werden müssen. Mühsam hat 1898 bei Tieren, die mit Tuberkulose geimpft und nachher bestrahlt worden waren, eine Neigung zu Abkapselung festgestellt. Die bestrahlten infizierten Tiere lebten sogar 7—45 Tage länger als die nichtbestrahlten, aber auch geimpften Tiere (Dt. med. Woch. 1898, H. 45, und Dt. Ztschr. f. Chir. Bd. 47). Die histologische Untersuchung hat den Vorgang noch nicht aufgeklärt. Scholtz beobachtete Degenerationen an den epitheloiden Zellen, ähnlich wie an Krebszellen, und stellte fest, „daß mit den degenerativen Prozessen an den Tuberkelzellen und den Entzündungsprozessen der Umgebung der Tuberkel zum Schwunde kommt". (Nach Perthes, L. A. 71, S. 973.)

Auf einen wichtigen Vorteil der Strahlenbehandlung weist Iselin hin: Bei den Tuberkulosen der Fußwurzel und der Handwurzel scheint das Röntgenlicht viel geeigneter, das Granulationsgewebe in den vielen Buchten und Nischen zu finden und zu zerstören als die gröberen Eingriffe mit dem Messer. Die Resektionen an Hand und Fuß sind selten genug wirklich gründlich und teilweise Entfernung des Mittelfußes schafft neue starre Höhlen, in denen sich die Tuberkulose mit besonderer Vorliebe wieder festsetzt. Die Bestrahlung scheint befähigt, diese Lücke in der operativen Wirksamkeit auszufüllen. Die Bestrahlung braucht aber auch auf diesem Gebiet das operative Vorgehen nicht zu verdrängen, sie kann die Operation ergänzen, indem sie einen zweifelhaften Erfolg sichert oder ein kleines Rezidiv im Keime unterdrückt. Was die Bestrahlung der kalten Abszesse anlangt, so haben sie sich verschieden verhalten. Iselin hat, um über ihr Schicksal etwas zu erfahren, sie fast nie entleert; wiederholt ist der Abszeß von selbst verschwunden, einigemal hat er sich nach außen Luft gemacht, so daß Iselin nicht den Eindruck hatte, daß die Abszesse die Wirkung der Bestrahlung abschwächen.

Goldberg (Über Fermentbehandlung tuberkulöser Abszesse, Mün. med. Woch. 1909, Nr. 1) hat tuberkulöse Abszesse bestrahlt, nachdem er sie vorher durch Injektion von Na.-Nuklein in heiße verwandelt hatte. Die Bestrahlung bezweckte ausschließlich, die angelockten Leukozyten zu zerstören und dadurch die Fermente frei zu machen. — Iselin hat bei der Röntgenbehandlung von Senkungsabszessen und hartnäckigen Sehnenscheiden und Schleimbeutelhydrops eine Einspritzung von Jodoformglyzerin vorangehen lassen. In der Regel ist nach seiner Ansicht die Verbindung zweier Mittel jedoch nicht nötig, da geschlossene Drüsenabszesse von Apfelgröße nach einer Sabourauddose in 2—3 Wochen schwinden.

Die Statistik an 200 Fällen lokaler Tuberkulose im Kinderspital zu

Paris lautete, auf vier Gruppen verteilt, und zwar: Hauttuberkulose, Sehnenscheiden- und Drüsentuberkulose, kindliche Knochen- und Gelenktuberkulose: 72 völlige Ausheilung, 71 erhebliche und deutliche Besserung, d. h. im ganzen: 143 Erfolge. Diese sind, wie die französischen Autoren Menier und Riband hervorheben, in ihrer Gesamtheit außerordentlich interessant, und dies um so mehr, als sie bei Patienten der armen Bevölkerung erzielt wurden, bei Patienten, bei denen Hygiene und Ernährung viel zu wünschen übrig ließen, die meist tuberkulös und oft syphilitisch hereditär belastet waren. Die Zukunft der Röntgentherapie bei lokalen Tuberkulosen berechtigt zu schönen Hoffnungen.

Frei von Gefahren, kann die schmerzlose Bestrahlung in der Mehrzahl der Fälle von lokalen Oberflächen-Tuberkulosen, von tuberkulösen Erkrankungen der Drüsen und Sehnenscheiden mit sehr schönen Narben zur Heilung führen. Zugleich mit den Punktionen, der breiten Inzision der kalten Abszesse, der Auskratzung der fungösen Granulation, der Entfernung der Knochensequester angewandt, wird sie in allen noch so schweren Fällen eine wertvolle Unterstützung der chirurgischen Behandlung sein.

Derselben Ansicht auf Grund gleicher Resultate sind auch alle anderen kritischen Beobachter, wie Pancoast (Ther. gaz.), Ridard, Burret, Roederer. Am besten werden die geschlossenen, fungösen Gelenktuberkulosen beeinflußt, gleichgültig, ob mit, ob ohne Beteiligung des Knochens. Kalte Abszesse bedeuten kein Hindernis, sondern verkleinern sich unter Röntgen.

Die in der Hohenlychener Anstalt von Oppenheim gemachten Erfahrungen an 22 Fällen reichen zurzeit erst ein halbes Jahr zurück. Bei den 22 Fällen konnte Oppenheim zehnmal Besserung feststellen. Ohne sichtliche Beeinflussung blieben:

1 Fall von fistulöser Zervikalspondylitis bei einer 9jährigen,

2 Fälle von Koxitis bei 14- und 16jährigen,

1 Fall von Tumor albus (subchondrale Tuberkulose) bei einer 14-jährigen,

1 Fall von schwerer Tuberkulose der Unterarmknochen bei einem 8jährigen,

6 Fälle von fistulöser Tuberkulose der kleinen Fuß- bzw. Handknochen. Diese letzteren wurden allerdings vorübergehend gebessert. Es waren stets schwere Fälle; die betreffenden Knochen waren meist käsig zerfallen.

Günstig beeinflußt wurden 3 Fälle von Koxitis mit zusammen vier Fisteln, bei Kindern von 4, 12 und 12 Jahren (Abschwellung der Weichteilinfiltration, Schluß der Fisteln); ferner 3 Fälle von Gonitis, und zwar mit zahlreichen periartritischen Abszessen und einem Fungus mit Fistel. Die zahlreichen Fisteln der spontan durchgebrochenen Abszesse heilten bis auf eine, auch der Fungus mit Fistel wurde in eine geschlossene Tuberkulose verwandelt.

Bei geschlossenen Tuberkulosen der Mittelhandknochen trat Abschwellung der Weichteile ein.

2 Fälle mit Sehnenscheidentuberkulose wurden durch X-Strahlen wesentlich gebessert, der eine erst nach Zuhilfenahme von Stauung und Jodnatrium nach Bier völlig geheilt.

Ein Fall von Halsdrüsentuberkulose wurde nach Abszeßentleerung durch Bestrahlung geheilt.

Wie schnell es zu narbiger Schrumpfung kommt als Heilungsprozeß, beweist die Notwendigkeit einer geeigneten Fixation der Gelenke in der für den späteren Gebrauch günstigsten Haltung gleich bei Beginn der Bestrahlung. Gewisse Vorsicht ist naturgemäß im jugendlichen Alter in bezug auf Bestrahlung der Epiphysen notwendig zur Vermeidung von Wachstumsstörungen.

Die Tatsache, daß der Knorpel zu den Geweben gehört, die am empfindlichsten gegen die Schädigung der Röntgenstrahlen sind, verbietet, bei Kindern die großen Epiphysen zu bestrahlen. Iselin hat bei Kindern nur an Händen und an Füßen unter Schonung der unteren Tibiaepiphyse belichtet, weil er die bitteren Erfahrungen, die den ersten Resektionen an den großen Gelenken bei Wachsenden folgten, nicht wiederholen wollte. Da man so die Lieblingsstellen der Tuberkulose bei Kindern unserem Verfahren verschließt, wie Iselin betont, mußte man für das jugendliche Alter sich engere Grenzen stecken.

Betreffs Wachstumsstörungen im Kindesalter hat Perthes (Arch. f. kl. Chir. 1903, Bd. 71) zuerst beobachtet, daß Röntgenbestrahlungen das Wachstum hemmen können; er hat bei drei jungen Hühnchen am ersten Lebenstage einen Flügel bestrahlt und schon am 12. Tage die Federn und auch Flügelknochen erheblich im Wachsen zurückbleiben sehen. 1906 hat Försterling (Arch. f. kl. Chir. Bd. 81) an einer Versuchsreihe von 34 Kaninchen, 5 Hunden und 2 Ziegen diese Beobachtung erhärtet. Zu beachten ist, daß bei Försterlings Untersuchungen die Wachstumsverzögerung einer einmaligen Bestrahlung folgte, trotzdem nie eine ganze gebräuchliche Dose verabreicht worden war. Auch Försterling hat in den ersten Lebenstagen belichtet. Die Tiere waren freilich zu jung im Vergleich zu den Kindern, die für die Röntgenbehandlung überhaupt in Betracht kommen. Den Versuchen bleibt aber, wie Iselin hervorhebt, das Verdienst, Alarm geschlagen zu haben; sie hatten den letzten Röntgenologenkongreß veranlaßt, eine öffentliche Umfrage nach ähnlichen Beobachtungen beim Menschen zu veranstalten, die jedoch völlig negative Resultate ergab und so zeigte, daß diese Befürchtung unbegründet ist.

Daher beruht ein Teil der Schuld für die mangelnden Erfolge der Strahlung bei Kindern immerhin in der Ängstlichkeit, die Röntgenstrahlen energisch bei kindlichen Knochen anzuwenden wegen der Gefahr dieser Wachstumsstörungen. Nach den bisherigen Erfahrungen hat sich eine solche in der Regel nicht eingestellt. Iselin hat sogar bei einem Falle, 8jähriger Knabe, bei dem das Sprunggelenk mit der unteren Tibiaepiphyse mit voller Dose bestrahlt wurde, nach $1^1/_2$ Jahren weder eine Verkürzung noch eine Veränderung der Epiphyse im Röntgenbild gesehen, dagegen war die Fibula um 1 cm in ihrem Wachstum verlängert, eine Erfahrung, die Wilms aus dem Heidelberger Material bestätigen konnte. Die Gefahr, die kindlichen Knochen zu schädigen, ist eben deshalb nicht groß, weil unsere Röntgendose nur im Sinne der Anregung und des Reizes für das normale Gewebe Wirkung hat.

Über gleiche Erfolge hat auch Freund berichtet, der bei 10 Fällen

6 völlig ausheilte, 2 wesentlich gebessert entlassen konnte. Auch hier handelte es sich um Finger-, Rippen- und Schulterblattuberkulosen. Auch hier schließen sich die Fisteln, die Granulationen schrumpfen, die Substanzverluste überhäuten sich schon nach wenigen Bestrahlungen. Während aber Freund für den Erfolg als unerläßliche Vorbedingung ein kräftiges Erythem als stärkste Reaktion für nötig erklärt, hat Iselin durch verbesserte Technik gerade diese Forderung als unnötig, ja schädlich, und das Erzeugen eines Erythems gerade zu vermeiden gelehrt, und zwar durch entsprechende Modifikation in der Technik.

Dennoch hat Iselin bei Anwendung von Aluminiumfilter und Abmessung der Erythemdosis gleichfalls durch Aluminium vereinzelt doch Spätschädigungen, und zwar Pigmentdefekte, Hautatrophien, Teleangiektasien und chronische Röntgengeschwüre, $^1/_4$ bis $1^1/_2$ Jahre nach der Behandlung gesehen, welche er auf Schädigung der Blutkapillaren zurückführt. Dabei hat er bei der Einzelsitzung die Erythemdosis, unter Aluminium gemessen, nicht überschritten und genau die Intervalle von 3—4 Wochen für die Einfallstelle eingehalten und hat, trotzdem der Einzelbestrahlung während der Pause nie irgendwelche Hautveränderungen gefolgt sind, viele Monate nach der letzten Bestrahlung einige Spätschädigungen beobachtet.

Dietrich, Mannheim, beschreibt gleichfalls einen Fall von Spätschädigung bei Röntgentiefentherapie in den Fortschr. d. Röntg. 1913, Bd. 20, H. 2, und schließt sich Iselins Ansicht an, wonach die Spätschädigungen eine Folge der Kumulationen von kleinen Schädigungen sind, und zwar kommt infolge der Ernährungsstörungen durch primäre Gefäßalterationen sekundäre Zelldegeneration mit Zellzerfall zustande. Die Widerstandsfähigkeit der Haut bei verschiedenen Patienten scheint verschieden zu sein. Dietrich hat mehrere Patientinnen mit im ganzen zehn Sabouraud-Dosen bestrahlt, ohne daß irgendwelche Schädigungen aufgetreten sind, während in dem oben beschriebenen Fall noch keine fünf Sabouraud-Dosen verabfolgt wurden.

In den mikroskopischen Präparaten konnte eine hochgradige Intimaverdickung der Gefäße im Bereich des Ulkus festgestellt und dieser Befund wohl als Ursache für das Auftreten des Ulkus angesehen werden.

Wie viel empfindlicher das tuberkulöse Gewebe gegen die Röntgenstrahlen ist als die Haut, wie unnötig also das von Freund geforderte starke Hauterythem ist, erhellt ja gerade die Tatsache, daß die behandelten Tuberkulosen ausheilten, ohne daß die Haut, die von den Strahlen durchsetzt werden mußte, irgendwelche Zeichen von Schädigung aufzuweisen hatte. Das tuberkulöse Granulationsgewebe ist ebenso empfindlich gegen die Schädigungen des Röntgenlichtes wie alles wachsende, jugendliche Bindegewebe, wie Drüsengewebe, wie Knochenmark und wie manche Rundzellensarkome, von denen Krogius sagt, daß sie unter der Röntgenbestrahlung schwinden wie Schnee unter der Sonne. In ähnlicher Weise gehen auch aktinomykotische Anschwellungen und Infiltrationen unter der Bestrahlung zurück. Einen Aktinomykoseabszeß des Gesichts und eine aktinomykotische Infiltration vom Kehlkopf bis hinter das Ohr hat Iselin so in 2 Wochen verschwinden sehen, ohne andere Behandlung.

Haß berichtet aus der Wiener orthopädischen Klinik über 22 Fälle der Gelenktuberkulose und ihre günstige Beeinflussung durch X-Strahlen, die er nach der synovialen, ossären und der eitrig-fistulösen Form unterscheidet.

Es ergab sich, daß die Röntgenstrahlen auf die synovialen Formen der Gelenktuberkulose einen unzweifelhaft günstigen Einfluß haben, der in 8 Fällen, darunter in 2 Fällen von Koxitis und 4 Fällen von Fungus genus, zu einer wesentlichen Besserung führte, die um so rascher herbeigeführt wurde, je kürzer die Krankheitsdauer war.

Die Reaktion äußerte sich zunächst — oft schon nach der ersten Volldosis — in Temperatursteigerung und Schwellungszunahme, als Ausdruck einer reaktiven Entzündung, aber schon nach zwei oder drei Dosen konstatierte er Schwinden der Schmerzen, gleichzeitiges Nachlassen der spastischen Fixation, Erhöhung der aktiven Exkursionsfähigkeit bis zur vollständigen Streckung des betreffenden Gelenkes, Abnahme der Temperatur und des regionären toxischen Ödems. Am längsten ist noch die Schwellung zu beobachten, die sich erst allmählich verliert. Auch die Koxitis macht keine Ausnahme, wie er in 2 Fällen beobachtet hat, obschon das vom Muskeltrichter gedeckte Hüftgelenk theoretisch der Einwirkung schwerer zugänglich ist als die anderen Gelenke.

Die ossären Formen versagten anfangs vollkommen als eine nur unzulängliche Tiefenwirkung auf den Knochen durch zu geringe Dosen erzielt wurde.

Wie von anderer Seite bestätigt wird, ändert sich das Bild der Beeinflussung sofort bei Anwendung der neuen, tiefer wirksamen Technik. Bei den eitrigen fistulösen Formen, darunter in einem Falle von Hüftgelenktuberkulose, konnte er eine wesentliche Besserung erzielen. Sie zeigen gute Tendenz zur Heilung. Dies gilt auch für die Fälle mit Sekundärinfektion.

Zunächst, etwa 3 Tage nach der Bestrahlung, akutere Erscheinungen mit vermehrter Sekretion, bald jedoch, nach 1—2 Bestrahlungsserien, erhält die Sekretion einen anderen Charakter: die Eiterabsonderung wird dünner und spärlicher, die Fisteln schließen sich mit guter Granulation, und allmählich verliert sich die Schwellung des kranken Gelenkes.

Im Jahre 1911 wies Baisch darauf hin, daß neben den tuberkulösen Lymphomen besonders tuberkulöse Weichteilfisteln, Rippen- und Beckenfisteln, Fisteln in der Gegend der Wirbelsäule ein Gebiet erfolgreicher Verwendbarkeit der Röntgentherapie darstellen. Schon 1910 hatte Iselin einen Fall von Rippenkaries mitgeteilt, bei dem nach Rippenresektion zahlreiche Fisteln bestanden, die im Laufe einer Röntgenbehandlung sich rasch schlossen.

In einer Übersicht über 21 zurzeit an Rippenkaries behandelte Fälle der Heidelberger Klinik (Februar 1914) kommt Bittrolff zu folgendem Ergebnis:

In 8 Fällen war Rippenresektion vorgenommen worden. Die Resultate dieser Operation waren keine günstigen, bei all diesen Patienten blieben Fisteln bestehen.

Es ist nun sehr bemerkenswert, daß in 5 dieser hartnäckigen Fälle die Fisteln sich schlossen, als die Patienten der Strahlenbehandlung sich

unterzogen; der Fistelschluß erfolgte im Verlauf der Bestrahlungsbehandlung und erwies sich bei der Nachuntersuchung 1913 als ein definitiver. Bei einem Fall bestand bei der Nachuntersuchung noch eine kleine, schwach sezernierende Fistelöffnung, bei einem anderen war noch starke eitrige Sekretion aus der Fistelöffnung zu konstatieren. Gerade diese beiden ausgeheilten Fälle hatten jedoch bei der Nachuntersuchung einen ausgesprochenen Lungenbefund, so daß das Versagen unserer Therapie verständlich erscheint.

In weiteren 7 nachuntersuchten Fällen beschränkte sich der chirurgische Eingriff auf Punktion der kalten Abszesse, event. Exkochleation der krankhaften Herde. Dann wurde mit den Bestrahlungen begonnen. Auch in diesen Fällen hatte sich im Anschluß an den Eingriff meist eine Fisteleiterung entwickelt. In 4 von diesen Fällen war bei der Nachuntersuchung im Herbst 1913 Heilung festzustellen, die Wunden waren vernarbt, die Fisteln geschlossen. Bei einem Fall bestand bei der Nachuntersuchung nur noch eine ganz kleine Fistelöffnung mit minimaler Sekretion, so daß die seit August 1912 bestehende Karies als nahezu geheilt betrachtet werden kann. Ungeheilt waren bei der Nachuntersuchung 2 Fälle mit stark eiternden Fisteln und mit ausgedehnter Lungentuberkulose.

Bei einem Patienten kam eine seit Anfang 1912 bestehende schwere Sternalkaries mit ausgedehnter Geschwür- und Fistelbildung im Verlauf einer intensiven Strahlenbehandlung (11 Bestrahlungen) ohne weitere chirurgische Behandlung zur Ausheilung; bei der Nachuntersuchung Oktober 1913 war das Geschwür vernarbt, die Fistel geschlossen, der Allgemeinzustand gut.

Wir hören also ausdrücklich, daß es sich vielfach um Fälle handelte, die jahrelang jeder chirurgischen Therapie getrotzt hatten, bei denen dann im Laufe der Bestrahlungen oder kurze Zeit nach Abschluß derselben die Geschwüre verheilten und die Fisteln sich schlossen.

In der Mehrzahl der Fälle war die günstige Beeinflussung des Krankheitsprozesses durch die Bestrahlung unverkennbar, in einem Fall wurde nach 11 Bestrahlungen Verheilung eines kraterförmigen Geschwürs und einer Fistel über dem Sternum ohne jeden chirurgischen Eingriff erzielt. Der Schluß der Geschwüre und Fisteln erfolgte meist einige Wochen bis Monate nach Einsetzen der Strahlentherapie. Bei der vorsichtigen Durchführung der Strahlentherapie mit 3—4wöchigen Pausen zwischen den einzelnen Sitzungen waren schwere Röntgenschädigungen nicht beobachtet.

Man hat bei Überblicken der Fälle fast den Eindruck, daß, je kleiner der vorangehende chirurgische Eingriff, desto günstiger und schneller der Strahlenerfolg war.

Auch Prof. Heidenhain, Worms, bestätigt die oben beschriebene Wirkung der Röntgenbeleuchtung bei subakuten Eiterungen. Nachdem er vor einem Jahr in einem Falle schwerer Beckenosteomyelitis die Beobachtung gemacht hatte, und damit unsere Mitteilungen bestätigt fand, daß starke Eiterung nach einer Röntgenaufnahme wesentlich nachließ, begann auch er Versuche mit Röntgenbeleuchtung bei subakuten Eiterungen. Besonders in solchen Fällen, bei denen man mit anderer

Behandlung überhaupt nicht vorankam, war der Erfolg doppelt auffallend. So gelang ihm, um einige Beispiele zu nennen, bei einer Eiterung aus dem subphrenischen Raum wie bei einem Falle von Eiterung aus der Tiefe des Beckens — als allen Fällen gemeinsam — das Versiegen der seit Wochen ungemindert andauernden, unangenehmen Eiterung innerhalb weniger Tage.

Niemals, so betont Prof. Heidenhain immer wieder, hat er ein derartig schnelles Versiegen höchst unangenehmer Eiterungen gesehen, so daß diese Fälle direkt zur weiteren Strahlenverwendung dringend auffordern, zumal, wie Heidenhain hervorhebt, er mit verhältnismäßig geringen Dosen diese Erfolge erzielte; Erfolge, die er auch bei der Bestrahlung von Knochen-, Drüsen- und Gelenktuberkulose in so ausgedehntem Maße konstatieren konnte, daß er mit der Operation wegen Knochen- usw. Tuberkulose um 66% zurückgehen konnte: Resultate, die sich völlig mit denen von Iselin und Wilms decken.

Welche vorzüglichen Ergebnisse Wilms und Iselin bei der tiefen Bestrahlung der Knochen- und Gelenktuberkulose, ebenso wie bei der Sehnenscheidentuberkulose erzielten, beweisen am besten die Worte Wilms: „Wir verzichten bei Erwachsenen schon seit Jahren auf Auskratzung und Resektion. Bei Hand- und Fußgelenktuberkulose wurden Fälle mit ausgedehnter Tuberkuloseerkrankung fast sämtlicher Gelenke und Knochen nur durch Bestrahlung ausgeheilt mit relativ sehr guter Beweglichkeit, so daß das Gebiet der Tuberkulosebehandlung seit Anwendung der X-Strahlentiefenwirkung ein wesentlich dankbareres geworden ist."

Auch die so häufig bei älteren Leuten vorhandene Sehnenscheidentuberkulose reagiert prompt auf die Bestrahlung. „Wir müssen auf Grund unserer Erfahrungen bei den genannten Gelenken vor dem Grundsatz, der noch neuerdings in der Breslauer Chirurgischen Gesellschaft ausgesprochen wurde, speziell bei Handgelenktuberkulose möglichst radikal vorzugehen, auf das entschiedenste warnen. Ich bin überzeugt, daß im Gegensatz zur heute noch üblichen chirurgischen Therapie die konservative Behandlung der Tuberkulose noch an Boden gewinnen wird. Wenn an einzelnen Orten, wie ich aus persönlicher Mitteilung erfahre, die Röntgentherapie weniger günstige Erfolge gezeitigt, so liegt das allein an der Art der Bestrahlung. Die Röntgentherapie will geübt und erlernt sein. Unsere Aufgabe besteht nicht allein darin, einen tuberkulösen Herd durch Operation unschädlich zu machen, sondern wir müssen zugleich die Widerstandskraft gegen die tuberkulösen Reinfektionen des Körpers erhöhen. Und dies geschieht durch Röntgenstrahlenbehandlung." Soweit Wilms. Wir hören also auch hier, wie ich es bereits oben mehrfach betonte, daß es auf die Bestrahlungstechnik am meisten ankommt, will man Erfolge erzielen.

II. Eine weitere große Anwendungsreihe, die Schmidt als „Therapie der Wahl" bezeichnet, stellen die ulzerierten Drüsen dar, die unter Röntgenbestrahlung prompt zurückgehen und zur völligen Ausheilung gelangen. Aber auch bei den anderen tuberkulösen Drüsen, besonders wenn sie durch periadenitische Prozesse mit den Nachbargefäßen ver-

wachsen sind und die Operation zu einer äußerst schwierigen, ja, was die Totalentfernung aller erkrankten Drüsen anlangt, zu einer ergebnislosen machen, hat die Röntgenbehandlung ihre entschiedenen erheblichen Vorzüge, schon der besseren kosmetischen Resultate wegen, zweitens aber auch, wie Boggs im NY. med. j., Februar 1910, hervorhebt, weil nach Röntgenstrahlenbehandlung infolge einer auf den ganzen Organismus sich erstreckenden Wirkung weniger häufig Rezidive beobachtet worden sind, eine Wirkung, die Boggs nach Cranes Theorie dahin erklärt, daß sich unter dem Einflusse der Röntgenstrahlen „autogene" immunisierende Substanzen aus den Mikroorganismen bilden, die eine ähnliche Wirkung haben sollen wie das Impfmaterial, das Wright aus den Bakterien der Patienten selbst herstellt.

Wie dem auch sei, nächst den Knochen- und Gelenkerkrankungen standen von jeher die hervorragenden Erfolge der Röntgentherapie bei diesen tuberkulösen Lymphomen im Vordergrunde unseres Interesses, eine Therapie, die Williams und Pusey seit 1902 eingeführt haben, die aber allgemeine Anerkennung erst durch die Arbeit von Heinecke, „Über die Wirkung der Strahlen auf das lymphoide Gewebe", erlangte. In einer eingehenden Zusammenfassung bespricht Kienböck die durch wertvolle Beiträge französischer Autoren, wie Béclère, Belot, Bajon u. a., besonders geförderte Lymphomatosentherapie in dem Röntgentaschenbuch 1911. Was die einfach tuberkulösen Lymphome anbelangt, wie sie sich als Skrofulose am Halse der Kinder u. a. zeigen, so verkleinern sie sich prompt nach einer einzigen kräftigen Belichtung, indem die Pakete sich in einzelne Drüsen auflösen und immer kleiner werdende, leichter verschiebliche Drüsen zurückbleiben. Etwaige Rezidive können durch frühzeitige Wiederbestrahlung im Zaum gehalten werden. Ihnen kann, wie Fritsch an seinen 33 Fällen von günstig beeinflußten Halslymphomen aus der Breslauer Klinik nachwies, durch gleichzeitige Bestrahlung großer benachbarter Gebiete und Drüsen vorgebeugt werden. Den Vorteil jedenfalls hat diese neue Anwendung, daß sie diese zahlreichen, so entstellenden häßlichen Narben vermeiden lehrt. Was die eitrig erweichten Lymphome anlangt, so ist in diesen Fällen der beste Erfolg durch Kombination: kleinste Inzisionen und daranschließende Röntgenbehandlung, zu beobachten. Bei bereits vier Monate bestehenden Fistelgängen hat sich ebenfalls die Strahlenanwendung als ein äußerst günstiger Faktor erwiesen. Die Lymphome schwanden, die Sekretion hörte auf und die Fistel schloß sich nach wenigen Bestrahlungen. Frank Schulz betont ausdrücklich, daß gerade das auffallend Günstige hierbei ist, daß bei Fisteln niemals ein oberflächliches Verkleben, sondern eine Heilung der Gänge von unten herauf zu beobachten ist. Als direkte Einwirkung der Röntgenstrahlen erklärte er auch weiter in drei solchen Fällen die Abstoßung der Drüse durch den Fistelgang, durch die Hautfistel nach außen, eine Vorwärtsbewegung der Drüse, die er nur durch Wuchern des tiefergelegenen Bindegewebes erklären kann, ähnlich wie das Heraustreten von zwei kleineren Knochensequestern aus Fisteln am Oberschenkel nach wenigen Bestrahlungen. In einem Falle, wo die eingeleitete Operation abgebrochen werden mußte, weil der Drüsentumor die großen Gefäße umschloß, zeigen die vergleichenden Abbildungen die ganz erhebliche Verkleinerung der

vorher immensen Halsschwellung. Einen ähnlich sehr günstigen Fall von großer rezidivierender Lymphschwellung, durch K-Strahlen beeinflußt, beschreibt Schmidt. Überhaupt sind sich die zahlreichen Autoren in dieser ausgezeichneten Beeinflussung der Lymphdrüsenschwellungen einig. Es liegt hier bereits ein großes, gesichtetes Material vor!

Immer wieder wird auf den kosmetischen Erfolg im Gegensatz zur tiefeingezogenen, oft keloidartig verdickten Operationsnarbe von allen Autoren, ich nenne noch Mayer-Brüssel, Roederer, Barretz, Bergonié, Rédard u. a., hingewiesen. Iselin berichtet in 80% seiner Fälle — er hat etwa 300 Kranke mit tuberkulösen Drüsen behandelt — über eine deutliche Besserung des Allgemeinbefindens mit positiver Gewichtszunahme, Entfieberung; Fragen, die wir weiter unten — im II. Teil — zusammenhängend betrachten wollen.

In dem zweiten Teile seiner Abhandlung bespricht dann Kienböck die günstige Beeinflussung der allgemeinen Lymphomatose, die sogen. Pseudoleukämie, bei der die histologische Untersuchung der Lymphome häufig das Vorhandensein eines eigentümlichen Granulationsgewebes mit großen Zellen und Tuberkelbazillengehalt ergab, als Zeichen der nicht seltenen Entstehung der Erkrankung durch Tuberkulose. Auch in diesen Fällen hat Kienböck sehr große Lymphome bis auf ganz kleine Überreste nach einer kräftigen Bestrahlung zurückgehen sehen. Besonders schnell in der Hals-, Achsel- und Inguinalgegend. Aber auch bei intraabdominalen und intrathorazischen Lymphomen, bei letzteren nachweisbar durch Perkussion und Röntgenoskopie, war eine starke Verkleinerung zu erzielen. Immer war gleich vom Beginn der Behandlung ab Erleichterung der Atmung, Aufhören des Hustens, der Erstickungsanfälle, der Schluckstörungen, ja auch der Störungen des Allgemeinbefindens und des Fiebers zu bemerken. Leider neigen nur diese Fälle zu sehr häufigen Rezidiven, die immer wieder eine erneute Bestrahlungsserie notwendig erscheinen lassen, so daß man hier nur, streng genommen, von einer Besserung und zeitweisen Heilung, nie aber von einer totalen Heilung sprechen kann. Immerhin ist die enorme Zahl günstiger Erfahrungen auf Jahre bei einem Leiden, das ohne Röntgenbehandlung unweigerlich in kürzester Zeit zum Ende führt, zu vermerken, und auch die unvermeidlichen Rezidive können durch die Radiotherapie lange Zeit im Schach gehalten werden.

Ähnlich günstige Erfolge erzielte auch Boggs, der besonders die günstige Einwirkung auf das Allgemeinbefinden hervorhebt. Die Drüsenmassen verkleinern sich dabei zusehends, die Pakete lösen sich in einzelne Drüsen auf, deren Umfang von Bestrahlung zu Bestrahlung kleiner wird. Histologisch findet sich dabei eine fibröse Degeneration, die Drüsen obliterieren fast gänzlich, ohne daß das umliegende Gewebe irgendwie beeinflußt wird. Eine rein histologische Wirkung bei der Röntgenbestrahlung konnte auch Johnston nachweisen.

III. Als absolut indiziert für Röntgenbehandlung gelten nach Frank Schulz die ulzerösen Formen der Hauttuberkulose. Hier tritt eine rasche Reinigung und Vernarbung des lupösen Geschwüres auf, wo früher Hauttransplantationsversuche vergeblich waren.

Der gleiche Vorgang ist bei dem sogen. Erythème induré

Bazin zu beobachten, dessen prompte Heilung schon nach zwei Sitzungen mittels einer kleinen derben Scheibe als Ausdruck einer bindegewebigen Narbe Ehrmann zu dem Ausspruche veranlaßt hat, „daß hier die Röntgenbehandlung die Methode der Wahl sein sollte".

Als eine besondere Form der Tuberkulose, die sich durch Abszeß-, Geschwürsbildung in der Haut mit tiefen Infiltrationen charakterisiert, ist das Skrofuloderma zu nennen. Auch bei dieser Erkrankung, die nach Schmidt primär als Ausdruck einer direkten bzw. auf hämatogenem Wege die Haut treffenden Infektion auftreten oder auch sekundär durch tuberkulöse Prozesse in den unmittelbar unter der Haut liegenden Drüsen und Knochen bedingt sein kann, ist die Röntgentherapie allen anderen Methoden bei weitem überlegen.

In seinem Resümee betont H. E. Schmidt, daß, während bei dem gewöhnlichen, flachen, trockenen, aus einzelnen im Hautniveau liegenden Knötchen bestehenden Lupus die Röntgenbehandlung nichts leistet und hier die Finsentherapie ihre schönsten Triumphe feiert, gerade die bösartigen hypertrophierenden und ulzerierenden Lupusfälle durch die X-Strahlen am besten beeinflußt werden, und er sieht darin die Beobachtung bestätigt, daß die Radiosensibilität der Zellen ihrer Stoffwechselgröße proportional ist, und gleichzeitig die Erklärung für die auffallend günstige Wirkung auf die wuchernden und zerfallenden Lupusinfiltrate.

Ein Gebiet, auf dem die Röntgenstrahlen wohl alle anderen Methoden in den Schatten stellen, ist die hypertrophische Schleimhauttuberkulose. Hier ist es nicht einmal nötig, wie Frank Schulz betont, zu größeren Dosen zu greifen. Wir scheinen es hier mit einem äußerst radiosensiblen Gewebe zu tun zu haben, das überraschend schnelle Resultate erzielen läßt. Schon nach dem ersten Zyklus der dritten Dosis sah Frank Schulz nur noch vereinzelte verdächtige Stellen.

In seiner Zusammenstellung gliedert Schmidt daran die erfolgreiche Behandlung des Leichentuberkels, dessen günstige Beeinflussung selbst der chirurgischen vorzuziehen ist. In allen seinen 3 Fällen bestand bei den betreffenden Ärzten ein typisches livides, verrukös-papilläres Infiltrat an der Streckseite des zweiten oder dritten Fingers über dem Gelenk zwischen erster und zweiter Phalanx. Der Chirurg lehnte wegen event. zu befürchtender Bewegungshemmung die Exzision ab. In allen 3 Fällen wurde das Infiltrat durch 4—6 Bestrahlungen zur Schrumpfung und völligen Resorption gebracht, ohne Berufsstörung, ohne Funktionsbeeinträchtigung, ohne Narbenbildung. Holzknecht beschreibt einen gleichen Fall von Leichentuberkeln, bei dem ebenfalls durch Bestrahlung glatte Heilung erzielt wurde.

Auch Dietlen, Th. Mon., Januar 1911, beschreibt 3 Fälle von glatter Heilung des Leichentuberkels mit Röntgenstrahlen, die bei kleinen Dosen ohne Rezidiv und Narben völlig ausheilten.

IV. In einem Sammelbericht auf dem amerikanischen Röntgenkongreß berichtete Bing nicht nur über günstige Erfolge bei Trachom, sondern auch bei Tuberkulose der Augenbindehaut, und Steiner-Rom bringt im letzten Röntgentaschenbuch bei Besprechung der Röntgentherapie in der Okulistik die Anwendung der Röntgenstrahlen bei Lupus

und Tuberkulose der Konjunktiva neuerdings in Anregung. Er stützt sich dabei auf einen Fall von Stephenson, bei dem eine derartige Heilung gelang, daß Überimpfung auf Kaninchen nicht mehr positiv ausfiel. Wenn auch die Röntgenstrahlenbehandlung komplizierter ist als etwa die Finsenmethode, so hat sie doch den Vorzug der rascheren Durchführbarkeit, der kürzeren Dauer und der Möglichkeit der Beeinflussung bei Tiefergreifen des Leidens.

V. Daß auch da, wo eine direkte Bestrahlung der Schleimhaut unmöglich ist, durch die Haut eine Wirkung erzielt wird, beweisen die Heilungsprozesse bei Fällen mit Kehlkopftuberkulose. So berichtet Frank Schulz, daß er in einem Falle, wo ein tuberkulöser Tumor die ganze Epiglottis überdeckte, von innen und gleichzeitig von außen in acht Sitzungen die Schwellung bis auf eine kleine Narbe mit einer stecknadelkopfgroßen Ulzeration zur Ausheilung brachte. Der vorher völlig aphonische Patient spricht noch heiser, aber schon gut verständlich.

Den ersten Fall von Kehlkopftuberkuloseheilung mittels Röntgenstrahlen hat Wilms veröffentlicht. Bei dem 30jährigen Manne mit Tuberkulosespitzenaffektion bestand ein ausgedehntes zackiges tuberkulöses Ulkus an der hinteren Larynxwand, das fast die ganze Fläche zwischen den Ariknorpeln einnahm. Nach zwei Tiefenbestrahlungen ist an Stelle des Ulkus eine flache, grau aussehende, glatte Narbe getreten. Zu gleicher Zeit hat sich ein großer, außen am Halse liegender inzidierter und dann bestrahlter Abszeß völlig ausgeheilt.

Wie Wilms auf die Behandlung der Kehlkopftuberkulose mittels Röntgenstrahlen gekommen ist, schildert er in seiner Arbeit in der Dt. med. Woch. 1910, Nr. 6, indem er sagt, daß die beträchtlichen Leistungen der Röntgenstrahlen auf Knochen und Gelenke ihn auf diesen Gedanken von selbst gebracht haben, auch bei Kehlkopftuberkulose die Tiefenbestrahlung zu versuchen, und der Erfolg, den er erzielte, zeigte, daß die Röntgenbestrahlung für diese Erkrankung ein die sonst angewandten Heilmethoden weit übertreffendes Mittel darstellt.

VI. Auch die günstige Beeinflussung der Nierentuberkulose ist in einzelnen Fällen zu verzeichnen, doch ist hier noch zu wenig Material vorhanden, um bindende Schlüsse zu ziehen. So finden sich auch 2 Fälle von doppelseitiger, also inoperabler Nierentuberkulose mit anhaltender Besserung in der Monographie von Bircher beschrieben (wie Späth berichtet).

Referent selbst hatte einen solchen Fall, in dem von spezialärztlicher Seite die Diagnose „rechtsseitige Nierentuberkulose“ gesichert ist, in Behandlung, über dessen Ergebnis und günstigen Verlauf an anderer Stelle berichtet wurde.

VII. Über Blasentuberkulose sind nur 1—2 günstige Erfolge beschrieben (Bircher). Hier müßten an größerem Material systematische Versuche gemacht werden, da sie nach den bisherigen Erfahrungen immerhin Chancen für den Erfolg versprechen.

VIII. Aus der Überlegung heraus, daß X-Strahlen auf männliche Keimdrüsen infolge deren hoher Radiosensibilität günstigen und schnellen Einfluß haben, unternahm Friedländer Bestrahlung bei Nebenhodentuberkulose in bislang 6 Fällen. Der Hoden wurde nach oben

geschlagen und mit einigen Leukoplaststreifen fixiert, die Umgebung mit Bleiblech abgedeckt.

„Das Ergebnis dieser Bestrahlungen ist in allen meinen Fällen ein außerordentlich günstiges gewesen. Schon nach der zweiten bis dritten Bestrahlung — das entspricht einer Erythemdosis unter dem Filter — ließen Schmerz, Spannung und der fühlbare Tumor im Nebenhoden ganz wesentlich nach. Und das definitive Resultat ist in allen 6 Fällen gleichmäßig subjektiv und objektiv ein gutes. Der Rückgang aller klinischen Symptome, Druckschmerz, Schwellung, Knotenbildung und eine in 2 Fällen ganz auffallende Besserung des Allgemeinbefindens, insbesondere des Körpergewichtes, veranlassen mich, die mittelharte, mäßig gefilterte Röntgenstrahlung für die Behandlung der Nebenhodentuberkulose in erster Reihe zu empfehlen, um so mehr, als nach der Literatur diese Affektion noch nicht der Einwirkung der so vieles leistenden gefilterten Röntgenstrahlung ausgesetzt worden ist."

Lediglich Wetterer berichtet im zweiten Teil seines Handbuches der Röntgentherapie (1914) über 2 Fälle von Tuberkulose des Nebenhodens, bei denen er Besserung gesehen hat; wie es scheint, in früheren Jahren, als wir noch ohne exakte Filterbestrahlung arbeiteten. Die chirurgische Therapie, sei es die Resektion des Nebenhodens, sei es bei mit Fisteln komplizierten Fällen, die Ablatio testis ist ein Eingriff, der nicht gern von den meist noch jüngeren Patienten gestattet wird, was mit Rücksicht auf die soziale, vitale und rechtliche Bedeutung der Kastration verständlich ist. Daher ist die schonende Röntgentherapie in jedem solcher Fälle anzuraten.

IX. Die Behandlung der Genitaltuberkulose steht allerdings noch im Anfangsstadium. Die Amenorrhoe allein wirkt schon günstig; gleichzeitig macht sich eine analgetische Wirkung der Röntgenstrahlen geltend; ein gegen die frühere konservative Therapie absolut refraktärer Fall von Frl. Dr. Hölder (Mün. med. Woch. 1914, Nr. 8, S. 449) wurde nach sieben Sitzungen geheilt; bei einem zweiten Fall war nach fünf Sitzungen objektive und subjektive Besserung zu beobachten; ferner einige günstige Beeinflussungen bei Bircher.

X. Günstige Strahlenbeeinflussung zeigen weiter zahlreiche Fälle von Bauchfelltuberkulose. In einer in der „Th. d. G." (Dezember 1911) erschienenen Arbeit habe ich über diese berichtet. Weiter hat Späth gleichermaßen in einem Fall von Genitaltuberkulose absolute Ausheilung mittels Röntgenstrahlen beschrieben, in welchem eine sehr elende, hochfiebernde Patientin mit einem mannsfaustgroßen Tumor neben dem Uterus laparotomiert, der Tumor aus einem mit krümeligem Eiter und reichlich nekrotischem Gewebe, käsigen Herden durchsetzte Schwellung und durch histologische Untersuchungen als tuberkulös diagnostiziert und erkannt wurde. Trotz mehrfacher erneuter Ausräumungen trat ein Schluß der breiten Bauchöffnung sowohl wie Scheidenöffnung, die nachträglich noch angelegt wurde, nicht ein. Es bildete sich eine jeder Therapie trotzende, über handtellergroße geschwürige, mit schlaffen Granulationen und gangränösen Partien besetzte Fläche. Daneben hatten sich schwer komplizierende Dünndarmfisteln au gebildet. Der Fall erschien Späth als völlig verloren. Die zum Skelett abgemagerte,

durch hektisches Fieber gequälte, dauernd bettlägerige Patientin mit Ödemen an den Fußknöcheln machte den Eindruck einer Sterbenden. Ein letzter Versuch mit Röntgenstrahlen schien ihm bei diesem Befunde jedenfalls nicht kontraindiziert, und der Effekt war in der Tat verblüffend. Nach anfänglicher momentaner Verschlechterung schlossen sich die Darmfisteln nach wenigen Sitzungen, die Wundsekretion ließ nach, besonders war das auffallend bessere Aussehen der Granulationen und die Verkleinerung der Wunde zu bemerken. Das Allgemeinbefinden hob sich gewaltig, Appetit stellte sich ein und mit ihm alle Zeichen fortschreitender Genesung. Nach 18 Sitzungen, bei denen auch die Infiltrate in der Tiefe durch härtere Strahlen günstig beeinflußt wurden, war die Wunde bis auf eine stecknadelkopfgroße Fistel zusammengeschrumpft, der Gang nach der Scheide hin vernarbt. Eine Infiltration in der Tiefe war nicht mehr zu fühlen.

Die günstigen Resultate bei der Bauchfelltuberkulose erschöpfen sich aber keineswegs etwa mit diesen wenigen Fällen. Späth betont in seiner Arbeit, daß eine allerdings leider wenig bekannte Monographie von E. Bircher-Aarau: „Die chronische Bauchfelltuberkulose und ihre Behandlung mit Röntgenstrahlen" (1907), vorliegt, die ihm erst vor kurzem in die Hände gekommen ist (die auch mir unbekannt war), welche in außerordentlich eingehender und sorgfältiger Weise eine Reihe überraschender Heilerfolge mit Radiotherapie bei tuberkulöser Peritonitis in 26 Fällen beschreibt. Zur Operation geeignete Fälle, exsudative Formen wurden laparotomiert und, wenn die Heilung sich verzögerte, Rezidive und Fisteln eintraten, bestrahlt, mit 43% Heilung und 31% Besserung. Von vornherein mit Röntgenstrahlen behandelt wurden — wie Späth zitiert — die der Operation weniger zugänglichen adhäsiven und plastischen Formen, sowie Fälle, bei denen sich wegen vorgeschrittener Kachexie Operation verbot, oder solche, die eine Operation verweigerten, endlich leichte und milde verlaufende Fälle, mit 50% Heilung und 16% Besserung, so daß Bircher und seine Mitbeobachter die Röntgenstrahlen als ein wertvolles Hilfsmittel in der Behandlung der Bauchfelltuberkulose bezeichneten.

Aus der Freiburger Klinik berichtet neuerdings Gauß unter den Indikationen der Röntgenbehandlung auch über operativ aussichtslose Bauchfelltuberkulosen, deren günstige Beeinflussung sie beobachten konnten.

Alle diese Fälle zusammengenommen, von denen ich gerade als Illustration und Paradigma den so verzweifelten Späthschen mit seinem um so überraschenderen Heilerfolg hier ausführlicher schilderte, gestatten wohl die Behauptung, daß man hier bei dieser Therapie der so aussichtslosen Bauchtuberkulose über die ersten Versuche bereits hinaus ist, daß man mit Fug und Recht von wohlbegründeten therapeutischen Erfolgen sprechen durfte, wert allgemeiner Kenntnis und vor allem erweiterter Anwendung.

Gerade bei der Heilung tuberkulöser Fistelgänge ist es allen Untersuchern auffallend, daß die Gänge stets von unten auf heilen, wodurch ein oberflächliches Verkleben und Wiederaufbrechen verhütet wird. So schlossen sich (Frank Schulz, S. 114) bei einer tuberkulösen Peritonitis

zwei Fistelgänge, die 14 Monate lang bestanden haben, in kürzester Zeit mit ganz geringen Dosen vollkommen.

XI. Ende 1913 beschrieb ich im „Zbl. f. Gyn." die Lösungsmöglichkeit parametritischer Verwachsungen durch Röntgenstrahlen. Diese bald breitbasigen, bald in Form von schmalen Strängen im hinteren Douglas verlaufenden Verwachsungen der Gebärmutter mit dem Darm, die für die Frauen die Quelle reichhaltigster Beschwerden bedeuten und sich oft bei der Periode auf das heftigste steigern und häufige Begleiterscheinungen der Myomgeschwülste darstellen, schwanden in einer großen Reihe von Fällen parallel mit der günstigen Beeinflussung der Geschwülste oder der Blutungen durch die X-Strahlen, die durch Hyperämisierung zur Einschmelzung der Bandmassen führen.

Wer wie ich seit über 6 Jahren Röntgenbestrahlungen an mehr als 500 Patienten vorgenommen hat, die wegen Myomen und starken Periodenblutungen, vergrößertem Uterus, Dysmenorrhöen auf Grund von Eierstocksanomalien und Ausfluß auf derselben Grundlage u. a. in Behandlung kamen, dem wird als Nebenbefund gewiß ebenso wie mir aufgefallen sein, daß bei stark nach hinten verlagerter Gebärmutter mit parametritischen Verwachsungen und Strängen die einige Monate darauf erfolgende Nachuntersuchung auffallend bessere Beweglichkeit des Uterus ergab. Gerade diese — seien es breitbasige, seien es in Form von schmalen Strängen im hinteren Douglas verlaufende Verwachsungen der Gebärmutter mit dem Darm, die eine Verlagerung und Zug des Uterus nach hinten und seitlich veranlaßten — bedeuten für die Frauen die Quelle reichhaltigster Beschwerden, die entweder dauernd bestehen oder sich nur bei der Periode bemerkbar machen, event. sich bei dieser so erheblich steigern, daß sie die heftigsten Beschwerden auslösen und oft die Ursache hartnäckigster Verstopfung sein können. Diese Verwachsungen stellen auf der anderen Seite das Kreuz der Behandlung dar, denn abgesehen von operativer Loslösung dieser Stränge kennen wir nur monatelange innere Massage, die äußerst beschwerlich ist und auch eine Reihe von anderen Nachteilen besitzt, und die ebenso langwierige und oft nicht zum Ziel führende Tamponbehandlung. Als ich zum Zweck einer anderen Arbeit für das Vogelsche Handbuch der Frauenheilkunde eine größere Anzahl früher behandelter Patientinnen einer Nachuntersuchung unterzog, fiel es mir auf, daß neben der beobachteten Verkleinerung von Uterus und Myomen in etwa 75% aller Fälle, die in der damaligen Krankengeschichte als Verwachsungen, Verlagerungen und zum Teil als starre oder nur wenig bewegliche vermerkten Fixationen gebessert oder ganz geschwunden waren. Bei der Untersuchung war der Uterus beweglicher, die als bleistiftdick vermerkten parametranen Stränge waren geschwunden oder hatten ihre Starrheit verloren und sprangen nicht mehr so stark im Douglas hervor. Bei der bimanuellen Untersuchung war der Uterus von hinten abhebbar und bei der Bewegung nicht schmerzempfindlich. Parallel damit gaben die Patientinnen eine Verbesserung des Stuhlganges an. Es ist gewiß anzunehmen, daß bei einem großen Teil solcher Fälle die Lösung dieser Verwachsung rein mechanisch dadurch erfolgte, daß durch die Röntgenbestrahlung auf dem Umwege über die Eierstöcke usw. die Gebärmutter oder das Myom sich verkleinerte, ein dauernd stetiger Zug auf die Ver-

wachsungen ausgeübt wurde, und es so zu langsamen Ablösungen und Abreißungen kam. In einer anderen Reihe von Fällen ließ der Befund jedoch nicht dieses mechanische Moment annehmen; hier mußte die Loslösung durch direkte Einwirkung erfolgt sein, und zwar durch die Röntgenstrahlen selbst; dieselben Strahlen, als deren Endresultat Bindegewebsentwicklung in den Eierstöcken sich findet, sollen hier ein nach abgeklungener Entzündung entstandenes Bindegewebe zur Auflösung bringen!

Gelegentlich eines Vortrages über die Beeinflussung der Lungentuberkulose durch Röntgenstrahlen konnte ich auf 5 Fälle von Lungenaffektionen hinweisen — drei Pleuritiden und zwei Pneumonien —, bei denen ich die Röntgenbestrahlung gleichfalls zur Lösung ausgedehnter Schwarten erfolgreich anwandte. Es wäre interessant, wenn von anderer Seite diesbezügliche Kontrolluntersuchungen unternommen würden, um zu hören, ob sich meine Ausführungen mit den Erfahrungen anderer decken. Gegebenenfalls würde damit die Röntgenbeeinflussung der Fibrolysinwirkung würdig zur Seite treten. Ja, in besonderen Fällen, wo diese Einspritzung nicht wirksam ist, bei tiefgelegenen Verwachsungen, an ihre Stelle treten und sie übertreffen.

Noch mehr bestätigt wurde die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf bindegewebige Verwachsungen in einer Reihe von Bauchfelltuberkulosen. So bestanden in einem Falle die ausgedehntesten Verwachsungen von Darmschlingen, deren Lösung bei der Operation als unmöglich erkannt wurden. Die Patientin wurde mir zur Ausheilung einer großen Abszeßhöhle im rechten Beckenbindegewebe und einer monatelang bestehenden Fistel an der Beckenschaufel überwiesen. Ein Jahr nach abgeschlossener Behandlung war aus anderen Gründen eine zweite Operation, und zwar wegen Blinddarmentzündung notwendig geworden. Im Gegensatz zu den erwarteten Schwierigkeiten im Hinblick auf die damals gefundenen, ausgedehnten Verwachsungen war der Blinddarm sehr leicht zu lösen, weil von den damaligen starken Adhäsionen jetzt nichts mehr zu finden war. Ein ähnlicher Befund war bei einem wegen Bauchfelltuberkulose zur Behandlung überwiesenen Mann zu erheben, der zwecks Eröffnung einer großen Abszedierung einer zweiten Operation unterzogen wurde und bei dem im Gegensatz zur ersten Operation der Schwund zahlreicher Bindegewebsverwachsungen auffiel. Am deutlichsten war der Erfolg des Bindegewebsschwundes und der Lösung von Verwachsungen bei einem Falle von operativ behandelten Ovarialzysten, bei denen eine Zyste durch schlecht vertragene Narkose nur entleert werden konnte, die Operation vorzeitig abgebrochen wurde und der Zystensack in die Bauchwunde vernäht war. Nach Verheilung hatte sich eine neuere kleinere Zyste gebildet, die zu den heftigsten Beschwerden Anlaß gab; da eine zweite Operation nicht gewagt werden konnte, wurde der Röntgenversuch gemacht; eine bedeutendere Verkleinerung der Zyste war zwar nicht zu erzielen, wohl aber konnte man nach 3 Monaten eine Beweglichkeit der Zyste beobachten, der dauernde Druck auf die Blase schwand, der vorher sehr quälende Harndrang hörte auf und das Wohlbefinden der Patientin hob sich. Hier war also durch Röntgenbestrahlung eine Loslösung der starren Verwachsungen erfolgt, eine Beweglichkeit und Seitwärtsverschiebung der Zyste nach rechts ermöglicht, so daß sie aus dem Bereich der Harnblase zu liegen kam. Des-

gleichen waren 3 Fälle zur Nachuntersuchung gekommen, bei denen nach operativer Entfernung des Uterus und der Adnexe einer Seite so heftige dysmenorrhoische Beschwerden von seiten des einen Ovariums ausgelöst wurden, daß Bestrahlung notwendig war. Hier ergab die erste Untersuchung von anderer Seite ausgedehnte Verwachsungen im kleinen Becken, allseitige Stränge und breite Bindegewebszüge, die per vaginam und per rektum deutlich zu fühlen waren. In dem einen Falle besonders führten die um das Rektum herumziehenden Stränge zu starken Obstipationsbeschwerden und heftigen Unterleibsschmerzen. Die Kontrolluntersuchung zeigte einen sehr erfreulichen Befund dahingehend, daß diese ausgedehnten Verwachsungen sich gelöst hatten, besonders in dem einen Falle mit den lästigen Darmbeschwerden waren strangartige Bindegewebszüge vom Rektum aus überhaupt nicht mehr fühlbar.

Die Anwendung und die Nutzbarmachung dieses überaus wichtigen Faktors für die Verbesserung auch von Narbenkontrakturen, Versteifungen u. a. ist einleuchtend und wird in der Behandlung chirurgischer Tuberkulosen auch bald einen wichtigen Platz einnehmen. Vor allem wird es sich um jene derben Keloidnarben nach Operationen tuberkulösen Gewebes handeln.

Die Keloide sind fibromatöse Geschwülste der Haut, die ihren Sitz in der retikulären Schicht der Kutis haben und niemals in die Tiefe vordringen. Sie entstehen gewöhnlich bei der Heilung von Hautwunden, nach Verbrennungen, Verätzungen, Geschwülsten, Hautquetschungen usw. Auch eine spontane Form der Keloide im Gegensatz zu den Narbenkeloiden ist bekannt, doch ist der histologische Bau der beiden Formen der gleiche. Eine papillenlose, nicht verhornte Epidermis sowie eine dünne Lage gefäßreichen Bindegewebes bedecken die dicht gefaserten festen Tumoren, die relativ zahlreich sind, aber keine elastischen Fasern enthalten. Außer der Neigung zu multiplem Auftreten ist besonders wichtig die Neigung zum Rezidivieren, so daß diese Geschwülste geradezu eine Crux medicorum et aegrotorum darstellen.

Um so erfreulicher ist es, daß nach vielfältigen Erfahrungen von Wickham und Degrais, Frank Schulz u. a. die Keloide unter der Bestrahlung sich erweichen und in ein Narbengewebe umgewandelt werden, das klinisch, aber nicht histologisch einer echten Narbe gleicht. Dieser Vorgang, der in den meisten Fällen bei Anwendung kräftiger Dosen und langer Bestrahlungen fast regelmäßig sich vollzieht, geht ohne Nekrosenbildung vor sich und darf als geradezu ideale Behandlungsweise für diese lästigen und entstellenden, wenn auch nicht gerade gefährlichen Bindegewebswucherungen angesehen werden.

In seinem Buche „Die Röntgentherapie in der Dermatologie" führt Frank Schulz die Behandlung von Narbenkeloiden auf, die durch keine andere Therapie zu beeinflussen sind, die dagegen auf große Bestrahlungsdosen regelmäßig reagierten. Es handelt sich hier besonders um sehr störende Impfnarben und Nackenkeloide, die nach einer Volldose sich erweichten, bei denen es zu langsamem Schwund dieser häßlichen Narbenverdickungen kam, bis eine völlige Abflachung, oft sogar mit leichter Atrophie der Haut, eintrat.

Aber das sind nicht die einzigen Beobachtungen, die wir in der Litera-

tur über die Erweichung von Bindegewebsnarben mittels Strahlen finden. In französischen Berichten treffen wir in großer Zahl Mitteilungen und Erfahrungen über Radiumstrahlenbehandlung von Narbenstrukturen bei Kriegswunden. Wir lernen so auf jeden Fall, und ich konstatiere das mit Bedauern, daß die Franzosen uns in der Anwendung der Strahlentherapie leider voraus sind. Ihre Angaben lassen sich dahin zusammenfassen, daß das Granulationsgewebe für die Radiumbestrahlung sehr empfänglich ist, daß aber die Züge fibrosklerösen Gewebes nur durch Zerstörung beseitigt werden in Fällen, wo dieses die einzige Ursache eines Funktionsausfalles zu sein schien. Gewisse Bewegungen werden durch Bindegewebszüge gehemmt, letztere rufen Verklebungen von Sehnen hervor oder verursachen durch Verwachsungen mehr oder minder schwere Neuritiden. Es werden eine Reihe Fälle von rascher Restitutio ad integrum durch Radiumbehandlung besprochen. Es wurde sorgfältig darauf geachtet, die Dosierung der Strahlen so zu wählen, daß eine destruktive Wirkung auf das Gewebe vermieden wurde. Es kamen nur Strahlen zur Anwendung, die ein $^5/_{10}$ mm dickes Platinblech passiert hatten. Längs der Schulter bis zur Ellenbeuge zog in einem Falle, als Beispiel, ein Narbenstrang, welcher eine Streckung des Vorderarms nur bis zu einer Winkelstellung von höchstens 110 Grad zuließ. Durch Druck auf den N. medianus wurde eine heftige Neuritis verursacht. Nach fünf Sitzungen von je $1^1/_2$ Stunden im Laufe eines Monats konnte der Vorderarm fast völlig gestreckt werden. Der Bindegewebsstrang (7 cm lang und 2 cm breit) war verschwunden. Ebenso war die Neuritis besser geworden; die schmerzhaften Krisen blieben aus, das Beugen des Daumens und des Zeigefingers war kaum behindert und die elektrischen Reaktionen waren fast normal.

Es wirkt die Radiumbestrahlung elektiv auf das Narbengewebe. Sie bewirkt Rückbildung des Bindegewebes, läßt aber das Nervengewebe intakt. Es muß daher die Radiumbehandlung auch weiter da versucht werden, wo es sich darum handelt, in das Narbengewebe eingeschlossene Nerven oder Sehnen frei zu machen; man braucht bei diesem Verfahren keine neuen Verwachsungen zu befürchten.

Diese Wirkung erklärt sich aus dem embryonalen Charakter der Zellen des Granulationsgewebes; dieses wird von den Radiumstrahlen deshalb besonders getroffen, weil die Bestrahlung die Zellteilung unmöglich macht, fertiges Gewebe aber nicht schädigt.

Aus diesen Erfahrungen werden auch alle die operativen Fälle mit versteiften, durch Narbenzüge in der Bewegung gehemmten Gelenken und Bandmassen usw. vielleicht Nutzen ziehen und stellen so eine weitere Ausdehnung der Strahlenanwendung dar bei Kriegsverletzten.

Wie ist nun diese Wirkung der Narbenlösung durch X-Strahlen zu erklären?

In seiner Arbeit über Lupusbehandlung mit Lekutyl in Verbindung mit künstlichem Sonnenlicht betont Strauß-Barmen immer wieder, daß man zwischen rein örtlicher Beeinflussung und Allgemeinwirkung unterscheiden müsse. Während bei der örtlichen Behandlung die Zellen der tuberkulösen Neubildung die Strahlen absorbieren, es zu Erweiterungen der Gefaße, zur Hyperämie, serösen Exsudation bis in die tieferen Schichten

der Infiltrate kommt, und alle entzündlichen Prozesse Heilvorgänge auslösen, erstreckt sich die allgemeine Bestrahlung auf die Wirkung der gesunden Haut und auf indirekten Einfluß des Tuberkuloseherdes. Gerade die oft besprochene Pigmentbildung ist entsprechend ihrer Stärke ein Ausdruck der Lichtabsorptionen. Während zuerst die basalen Epidermiszellen das Licht absorbieren und in Pigment umsetzen, erstreckt sich bei stärkerer Bestrahlung die Strahlenabsorptionsfähigkeit auch auf die Retezellen und erzeugt hier als Ausdruck derselben eine tiefgelegene entzündliche Reaktion. Nach Jesionek stellen die roten Blutkörperchen die Kraftüberträger dar, und zwar so, daß das überschüssige Pigment in gelöstem Zustande dem Blut und den Organen zugeführt wird und so dem kranken Herde durch ständige Zu- und Abfuhr heilungfördernde Stoffe zugeführt werden. Der Beweis für die Richtigkeit liegt in der Beobachtung, daß bei verdeckten Lupusherden allein durch allgemeine Bestrahlung Schwellung und seröse Exsudation am Herd auftraten, daß in tuberkulösen Gelenken eine vorübergehende Steigerung der Entzündung sich zeigte, daß tuberkulöse Fisteln stark absonderten. Die Wirkung der Allgemeinbestrahlung auf den Organismus besteht in Anregung der Oxydationsvorgänge, deren Ausdruck wieder in Vermehrung der roten Blutkörperchen und des Hämoglobingehaltes besteht, sowie in Erhöhung der Hauttemperatur bei gleichzeitigem Abfall der Innentemperatur. Das Licht ist, wie bekannt, ein Katalysator und vielleicht, so sagt Strauß, sind die Vorgänge beschleunigter Übertragung von oxydativen Stoffen durch das vom Licht gebildete Pigment ebenfalls als katalytische aufzufassen. Die Heilung des tuberkulösen Gewebes liegt in stärkerer Vernichtung der Giftstoffe der Tuberkulosebazillen und ihrer Lebensbedingungen, als weitere Folge in gesteigerter Anregung des Stoffwechsels, Hebung des Allgemeinbefindens und Einleitung immunisatorischer Vorgänge. Dabei ist auch die erhöhte Abspaltung von Cholin aus dem Lezithin durch Licht zu berücksichtigen.

Auch Werner konnte bei seinen Untersuchungen im Czernyschen Institut auf Grund eigener Überzeugung die Zerstörung des Lezithins durch Radiumbestrahlung bestätigen und des weiteren über eine Reihe interessanter Experimente berichten. Er fand nämlich, daß die Injektion zersetzten Lezithins im tierischen Körper analoge Veränderungen hervorruft wie die direkte Bestrahlung mit Radium. Des ferneren, daß die Summe der Zersetzungsprodukte des Lezithins, gleichgültig auf welchem Wege sie erzeugt worden waren, stets dasselbe leistet wie das bestrahlte Lezithin, und endlich, daß das Cholin den am stärksten wirkenden Bestandteil repräsentiert. Werner bezeichnet diese Vorgänge als „chemische Imitation der Strahlenwirkung“, und von Exner und Zwark konnte gezeigt werden, daß diese durch Cholin allein erzielt werden kann.

Werner ist der Ansicht, daß die Versuche Mesernitzkys den Beweis erbringen, daß die Radiumstrahlen auf das Lezithin der Hühnereier direkt einwirken, daß aber das Lezithin nicht die einzige Angriffssubstanz bildet, sondern daß die lebende Zelle durch die Strahlen eine einheitliche, schwere Läsion erleidet und durch Summation vieler kleiner Veränderungen, die sich gegenseitig noch verstärken, zum Untergang gebracht wird. Die Förderung der Autolyse würde dadurch verständlich, daß die

autolytischen Fermente infolge der Zerstörung des Lezithins sozusagen ein freies Feld für ihre Wirksamkeit erhalten.

Jedenfalls ist die praktisch wie experimentell erwiesene Wirkung des Cholins und sein Entstehen infolge der Bestrahlung für uns von größter Wichtigkeit, wie wir sofort hören werden:

Das beste Lösungsmittel für verhärtete Gewebe im Organismus, so schreibt Fränkel (in der Mün. med. Ztschr. Nr. 41), ist sicherlich das eigene Körperblut. Lokale Wärme führt es herbei und begünstigt den Lösungs- und Erweichungsvorgang ebenso wie Thermopenetrationen und die durch gedämpften Hochfrequenzstrom entwickelte Wärme, während chemische Mittel, teils wegen örtlich begrenzter Anwendung, teils wegen schädlicher Nebenwirkung zurücktreten. So schmilzt bei der akuten Osteomyelitis der Knochen unter dem Blutreichtum des infizierten Markes. Den Abschluß einer Folge von Gewebswandlungen bildet auch die Narbenschwiele. So ist weiter im Initialstadium der Rachitis das Knochenmark stark vaskularisiert und deutet die Markalteration auf vasomotorische Störungen hin. Sicher bestehen Korrelationen der inneren Drüsen zum Knochenstoffwechsel. So beruht, um ein Beispiel anzuführen, nach v. Eiselsberg die Hemmung des Knochenwachstums und der Ossifikation beim angeborenen oder infantilen Myxödem, Kretinismus, Kachexia strumipriva auf Insuffizienz der Schilddrüse, infolge primären Fehlens oder sekundären Verlustes des Kolloids. Den Einfluß des Hyperthyreodismus auf den Knochenstoffwechsel erweist das vermehrte Längenwachstum bei Basedow in den Wachstumsjahren, sowie die zuerst von Recklinghausen berichtete Kombination der jugendlichen Osteomalacie mit Basedow. Desgleichen besitzt die Thymusdrüse wichtige Beziehungen zum Wachstum der Knochen. Endlich hängt die Akromegalie mit Erkrankungen der Hypophyse zusammen. Nach Fränkel kann nicht daran gezweifelt werden, daß in der Pathologie des Knochenstoffwechsels Antagonismus der inneren Sekrete eine Rolle spielt und daß, allgemein gesprochen, ein Wechselspiel zwischen Vasokonstriktoren und Dilatatoren besteht. Das im Blute nachgewiesene, im Lezithin enthaltene Cholin erkannte Lohmann, wie Fränkel berichtet, als die den Blutdruck erniedrigende Substanz der Nebenniere. Dieses bei der Röntgenbestrahlung als Zersetzungsprodukt des Lezithins entstehende Cholin-Antagonist des vasokonstriktorischen Adrenalins führte bekanntlich Werner in die Krebsbehandlung ein, in der Absicht, die Strahlenwirkung damit zunächst zu imitieren, teils um es in Kombination mit der Strahlentherapie anzuwenden. Es wird nach seiner Ansicht durch Einverleibung desselben in den Körper nicht nur die Haut gegen die Wirkung der X-Strahlen sensibilisiert, sondern es entsteht eine regelrechte Strahlenwirkung. Hippel und Pagenstecher haben ja bekanntlich die Cholininjektion bei Tieren zur Sterilisierung und Rückbildung der Gravidität angewandt und mit den seinerzeit von mir beschriebenen Wirkungen der Röntgenstrahlen in Parallele gesetzt. Durch Experimente konnte Fränkel nachweisen, daß das Cholin auch für die Unterhaltung des normalen Gefäßtonus von Bedeutung ist, und es lag nahe, es zur Erzeugung lokaler Gefäßerweiterungen zu erproben, um so mehr, als dieser Verwendung die eigenartige Verteilung des Mittels in dem Körpergewebe sehr günstig ist. Hat es doch nach den

Versuchen von Ellinger eine besondere Affinität zu den unteren Hautschichten, und so wandte es Fränkel in Form von Injektionen an (subkutanintramuskulär, artikulär) in die Umgebung der Narbe bis zur Erweichung derselben (ohne üble Begleiterscheinungen). Das Narbengewebe selbst schont er wegen seiner Empfindlichkeit und weil es dem Eintritt der Lösung großen Widerstand leistet. Nach seinen Erfahrungen werden durch das Cholin gleichsam die Schleusen geöffnet, daß das Blut schnell und reichlich die erweiterten Gefäße füllt und ausgiebig seine lösenden Eigenschaften entfalten kann. Dann folgen Heißluftbad und medikomechanische Behandlungen usw. An der Injektionsstelle und in deren Umgebung stellt sich bald ein starkes Hitzegefühl ein, begleitet von dem äußeren Bilde eines schweren Entzündungsprozesses in Form ödematöser Auftreibung. Diese Reaktion klingt allmählich ab, doch ist hellrote Färbung und Schwellung des Gliedes, Erhöhung der Hauttemperatur und Wärmegefühl noch tagelang vorhanden. Dies spricht er als Zeichen der durch das Cholin als Dauerreiz erzeugten arteriellen Hyperämie an und konnte an seinen Fällen die beträchtliche Erleichterung der mobilisierenden Arbeit unter diesem Einfluß beobachten, sowie auch eine Beschleunigung der Wundheilung nebenher bemerken. Er unterzog Hautschwielen. Faszienschrumpfungen, Muskelschwielen, Verwachsungen von Sehnen und Sehnenscheiden, Gelenkversteifungen, chronische Arthritiden, phlegmonöse Versteifungen der Fingergelenke usw. mit großem Erfolg dieser Behandlungsweise.

Ich habe absichtlich die ausführliche Schilderung referiert, weil sie einen direkten Analogieschluß auf unsere röntgentherapeutischen Maßnahmen in gleichen Fällen gestattet. Da, wo die Resultate nicht zufriedenstellend sind, liegt es nicht an dem Mittel, sondern an der Technik. Welche Rolle gerade die exakte Behandlung der Röntgentherapie spielt, ist ja von Wilms und Iselin bei den Erfolgen der Knochentuberkulosebehandlung oft und mit Nachdruck in allen ihren Arbeiten betont worden.

Mißerfolge fallen, wie diese Autoren immer wieder versichern, lediglich der mangelhaften Technik zur Last.

Dasselbe Cholin nun, das Fränkel durch Injektion an den Ort der beabsichtigten Wirkung bringt, und dessen Einfluß wir aus den Wernerschen Arbeiten, wie bereits betont, bei Ka. kennen, dasselbe Cholin wird bei der Röntgenbestrahlung am Ort der Einwirkung in seiner weiteren Umgebung erzeugt und gelangt frei zur Wirkung auf das vorhandene Narbengewebe.

Es spielen sich hier also, wenn ich vergleichsweise sagen darf, ähnliche immunisatorische Vorgänge ab, wie sie bei der Knochen- usw. Tuberkulose als allgemeine Heilwirkung von Wilms und Iselin, wie wir bald hören, betont werden. Es wird dort (Tuberkulin) wie hier (Cholin) ein Stoff frei, der, zur Entfaltung gebracht, chemische und biologische Umwirkungen zu erzielen imstande ist.

B. Allgemeine Betrachtungen.

Gerade über die Natur der Wirkung im speziellen erübrigt sich noch eine Auseinandersetzung. Wir haben zu unterscheiden: 1. zwischen der

Wirkung auf den Tuberkulosebazillus selbst, 2. zwischen der Beeinflussung des Tuberkels und endlich 3. kommt die allgemeine Wirkung auf den Körper in Frage. Experimentell ist von Burnet gezeigt worden, daß die Röntgenstrahlen direkt auf die Bazillen wirken und daß diese Einwirkung durch Verwendung von sogen. Sensibilisatoren — Eosin und Methylen — bis zur völligen Abtötung der Tuberkulosebazillen vermehrt werden kann, wie wir es bei der gonorrhoischen Fluorbekämpfung als sehr wirksam geschildert haben. Es ist aber zu bedenken, daß es im menschlichen Organismus uns nicht gelingt, ohne Schädigung der über den Drüsen liegenden Weichteile mit genügenden Strahlenmengen in die Tiefe zu dringen, um die Bazillen abzutöten. Deshalb zweifle ich — und finde eine Stütze bei Iselin — an der direkten Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Tuberkulosebazillen.

Dazu ist zu erwähnen, daß M. P. Becquerel in einer Arbeit über „den Einfluß der Uranium- und Thoriumsalze auf die Entwicklung des Tuberkelbazillus" (Semaine médical 1913, Nr. 4) zu folgendem Schluß gekommen ist:

Nachdem bereits der überaus auffallende Einfluß der radioaktiven Thorium- und Uraniumsalze auf das Keimen der Pflanzen und die spätere Entwicklung bekannt ist, hat Becquerel sich die Frage vorgelegt, ob diese nämlichen Substanzen nicht eine gleichartige Wirkung auf die Vermehrung der Tuberkelbazillen ausüben könnten, und wenn das zutreffend wäre, ob sich nicht daraus für die Chemotherapie eine interessante Indikation ergeben würde.

Seine ersten Versuche wurden in vitro mit Reinkulturen angestellt, und zwar auf Nährböden, auf denen der Bazillus mit großer Schnelligkeit wächst und sich vermehrt und denen Uran- bzw. Thoriumsalze zugesetzt waren. Wenn man die Stärke der Trübung, die sich an der Oberfläche der Flüssigkeit ausbreitet, als Maß für die Entwicklung des Bazillus nimmt, so sieht man sogleich, daß das Uransalz viel giftiger wirkt als das Thorium: 0,0004 dcg salpetersaures Uran in einem Kubikmeter Bouillon verzögert das Wachstum der Mikroben derart, daß es fast gleich Null ist, während die gleiche Dosis salpetersaures Thorium das Wachstum der Mikroben im Gegenteil beschleunigt. Für jedes Salz gibt es eine optimale Dosis, die die Entwicklung des Bazillus begünstigt und die für das Thorium viel größer ist als für das Uranium.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Kulturen stellte Becquerel fest, daß in der Flüssigkeit, in der die radioaktiven Substanzen die Vermehrung der Bazillen aufgehalten oder verzögert haben, eine große Zahl von Bazillen Degenerationsformen annehmen, während viele andere sich einkapseln oder auch Sporen bilden.

Was die Bazillenkulturen anlangt, in denen das Wachstum der Bazillen angeregt wurde, so entsprach hier ihre Struktur genau derjenigen, die in den Kontrollkulturen beobachtet wurde.

Andererseits hat Krukenberg-Elberfeld (Mün. med. Woch. 1913, Nr. 38), um einen Einfluß auf tuberkulöses Gewebe festzustellen, zwei Meerschweinchen tuberkulöses Sputum in die Bauchhöhle injiziert, und die Tiere wurden dann in gleicher Weise mit Röntgenstrahlen bestrahlt. Die Sektion ergab bei dem Kontrolltier eine weit hochgradiger vorgeschrit-

tene Tuberkulose als bei dem anderen, also anscheinend eine retardierende Wirkung, die nach Krukenberg auf die vom wolframsauren Kalzium ausgehende Sekundärstrahlung zu beziehen ist, das er zur Unterstützung der Strahlenwirkung anwandte.

Wenn nun die antiparasitäre Wirkung der Röntgenstrahlen keine Rolle spielt, was ist dann eigentlich das spezifisch Beeinflussende? Viele der örtlichen Wirkungen, deren Deutung uns heute von der Karzinombestrahlung her geläufig sind, kommen gar nicht in Frage, denn das tuberkulöse Gewebe bietet absolut nicht die bevorzugten physikalischen Bedingungen, die für eine Absorption in Betracht kommen könnten. Wir wissen, daß die Strahlenwirkung an Absorption und Radiosensibilität geknüpft ist. Von einer erhöhten Absorption kann beim tuberkulösen Gewebe nur in sehr geringem Maße gesprochen werden. Auch fehlen dem tuberkulösen Gewebe die Vorbedingungen des erhöhten Atomgewichts, wie sie Löwenthal für das Karzinom nachgewiesen hat, so daß also zur Erklärung einer Bestrahlungswirkung nur eine gesteigerte Radiosensibilität übrig bleibt. Diese Empfindlichkeit wurde von Heinecke und Schede betont. Maßgebend für ihre Annahme ist die Beobachtung, daß die Lymphozyten schon nach verhältnismäßig geringen Röntgendosen zerfallen. Da nun das Tuberkel aus epitheloiden Bindegewebszellen und Lymphozyten besteht, so war man zur Annahme berechtigt, daß unter dem Einflusse der Bestrahlung rasch ein Zerfall — eben infolge erhöhter Radiosensibilität — entstände. Die Ansicht, daß das tuberkulöse Granulationsgewebe gegen Röntgenlicht ebenso empfindlich sei wie alles wachsende jugendliche Bindegewebe, vertritt Iselin, der die Bestrahlungswirkung als eine Umwandlung des Granulationsgewebes in narbiges Bindegewebe auffaßt, das zur Abkapselung des Herdes und zur Verhinderung der Weiterausdehnung des tuberkulösen Prozesses führt. Leopold Freund spricht von einem massenhaften Auftreten von Fibroblasten: „von allen Seiten wuchert Bindegewebe in das Knötchen hinein; auf diese Weise kommt es zu einer Vernarbung und Schrumpfung".

Auch Küpferle kommt auf Grund seiner experimentellen Studien zu dem Schluß, daß es unter der Wirkung geeignet dosierter harter Strahlung im wesentlichen zu einer Zerstörung des tuberkulösen Proliferationsgewebes kommt, an dessen Stelle dann durch den gesetzten Reiz eine Bindegewebsentwicklung tritt. Bei der sich entwickelnden Tuberkulose wird durch früh einsetzende Heilungstendenz die Ausbreitung verhindert; bei der entwickelten Tuberkulose mit Zerfallserscheinungen und reichlichem Proliferationsgewebe an der Peripherie sehen wir eine Zerstörung dieser proliferierenden Zonen. An deren Stelle tritt reichlich Bindegewebe, das die Nekrosen umwächst, abschnürt und den tuberkulösen Prozeß gegenüber dem gesunden Gewebe scharf abgrenzt. Den histologischen Nachweis, daß tatsächlich fungöses Gewebe durch Bestrahlung in Bindegewebe umgewandelt werden kann, in welchem von Epitheloidzellentuberkeln mit Riesenzellen nichts mehr zu sehen ist, erbrachte Schmerz.

Verfolgen wir einmal den Gang der Lupusheilung mittels Strahlen, wie sie Jesionek so anschaulich schildert, so beruht dieselbe nicht in der Hauptsache auf direkter bakterizider Wirkung des Lichtes als vielmehr auf der entzündungerregenden Kraft desselben. Einer jeden licht-

bewirkten Alteration kranker wie gesunder Haut folgt Erweiterung und Überfüllung der arteriellen Gefäße, verbunden mit kopiöser Exsudation seröser Natur, die sich bis in die Subkutis hinein zu erstrecken pflegt. Diese entzündliche Exsudation stellt nach Jesionek das Wesen einer jeden Lichttherapie des Lupus dar. Wir bringen durch das Licht resp. durch die hervorgerufene Entzündung mittels des Serums in die tuberkulöse Neubildung etwas hinein, was dem tuberkulösen Prozeß fehlt, gewissermaßen ein Agens, dessen es in dem tuberkulös erkrankten Gewebe bedarf. Es wird ein Komplement zugeführt, das die in den tuberkulösen Herden vorhandenen Ambozeptoren befähigt, ihre Antikörperwirkung zu entfalten. Darin sieht Jesionek die Bedeutung der serösen Durchtränkung des Gewebes; die im erkrankten Gewebe sich betätigenden Tuberkulinen, die von den Tuberkelbazillen als spezifische Giftstoffe ausgehen, besitzen erstens keine große chemische Affinität zum menschlichen Hautgewebe, während z. B. konzentrierte Säuren sofort von den in Kontakt getretenen Hautgeweben gebunden werden in Form des Schorfes, in dessen chemischer Konstitution das Hautgewebe die eine, das Säureagens die andere Komponente darstellt, — während weiter das von Streptobazillen produzierte Gift an Ort und Stelle seiner Entstehung sofort vom Hautgewebe gebunden wird und sich klinisch und histologisch als Nekrose des Epithels und des Bindegewebes erweist als Ulcus dokumentiert, bleiben die von den Tuberkelbazillen produzierten Giftstoffe lange Zeit ungebunden, finden Zeit, sich weithin in die Nachbarschaft der Bazillenniederlassung auszudehnen, ja, sie können sogar von dem Hauptherd ihrer Entstehung durch Lymph- und Blutbahnen verschleppt werden. An Ort und Stelle richtet zweitens der Tuberkulosegiftstoff seine Angriffe gegen die Fasersubstanz des Bindegewebes, indem es die kollagenen und elastischen Fasern zum Auflösen bringt. Als zweite Wirkung des tuberkulösen Prozesses ist die Entstehung des spezifischen Granulationsgewebes anzusprechen, das zur Hauptsache aus Epitheloidenzellen besteht. Diese Epitheloidenzellen sind nach Jesionek ehemalige Zellen des Bindegewebes, die durch Gifteinwirkung zwar nicht getötet werden, aber ihre morphologischen und funktionellen Eigenschaften verloren haben und wieder in ihren embryonalen Urzustand zurückverfallen als embryonale Keimzellen, befähigt, sich ins Maßlose zu vermehren und zu wuchern. Läßt jetzt die Wirkung des Giftes nach, so wird ein Teil dieser neugebildeten Elemente aufgelöst, ein anderer Teil gesundet, die Zellen werden wieder Fibroblasten und bilden das Narbengewebe. Als weiterer Bestandteil finden sich aber ferner in den tuberkulösen Granulationsgeweben sogen. Rundzellen (Lymphozyten und Plasmazellen). Die Lymphozyten stammen aus den Blutgefäßen, aus denen sie ausgetreten sind, und zwar ausgetreten infolge der durch die tuberkulöse wie durch jede andere Beschädigung in der Haut hervorgerufene Hyperämie und Exsudation. Nach Jesionek sind die vorgefundenen Plasmazellen nun nichts weiter als unter dem Einfluß des speziellen tuberkulösen ungebundenen Giftstoffes modifizierte und geschädigte Lymphozyten.

Und der Erfolg der Lichtbestrahlung liegt in der der arteriellen Hyperämie konsekutiven serösen Überschwemmung, bei der das Serum infolge seines Gehaltes an Schutzstoffen das ungebundene tuberkulöse Gift zur

Bindung bringt, bei der das entzündliche Serum den vorhandenen Antistoffen das Komplement zuführt, das die spezifischen Ambozeptoren befähigt, ihre immunisatorischen Kräfte zu entfalten.

Es wird die günstige Beeinflussung der Knochentuberkulose allgemein so zu erklären sein, daß eine Schädigung der epitheloiden Elemente erfolgt und im Sinne der natürlichen Heilung das Granulationsgewebe in narbiges Bindegewebe umgewandelt wird. Das tuberkulöse Gewebe ist gegen Röntgenstrahlen viel empfindlicher als die normale Haut, so daß röntgenbestrahlte Tuberkulose heilen kann ohne Schädigung der von den Strahlen penetrierten Haut. Die Fähigkeit der Knochenneubildung wird jedenfalls durch die Röntgenbestrahlung nicht alteriert, sondern sogar vermehrt, und begünstigt so ein Ausheilen.

Kienböck nimmt eine direkte Wirkung des Lichtes auf die bestrahlten Drüsengeschwülste an. Es kommt zu einer Hemmung der Zelltätigkeit, speziell des Drüsenstoffwechsels und der Proliferation, zu Kernzerfall und Untergang der Zellen. Durch ausgiebige Verkleinerung und Sklerosierung der Tumoren wird den Tuberkelbazillen der Nährboden genommen, so daß also auf maximale Verkleinerung der Geschwülste der Hauptwert gelegt werden muß. Die Besserung des Allgemeinbefindens unter Herabgehen des Fiebers hat seine Ursache in einer Entgiftung des Organismus, da nach Kienböck die durch Bestrahlung zum Schwinden gebrachten Lymphome als Bildungsstätten fiebererzeugender Stoffe zu betrachten sind.

Wilms hat aber noch auf einen zweiten günstigen Faktor gegenüber der ausgedehnten Exstirpation des tuberkulösen Gewebes hingewiesen.

Der stark positive Ausfall der Pirquetschen Reaktion bei den meist jugendlichen Individuen mit Drüsentuberkulose zeigt, daß im Körper ein kräftiger Immunisierungsvorgang gegen die Tuberkulose eingesetzt hat. Diese Immunisierung kann bei frühzeitiger Exstirpation der Drüsen nicht ebenso kräftig sein, der Körper bleibt gegen Neuinfektion gleich empfindlich und ist der Drüsen, die als Filter gegen die Verbreitung der Infektion im Körper ein wertvolles Hilfsmittel sind, beraubt, und so meint Wilms, daß ein Patient, dessen Lymphome durch die Röntgenbehandlung zum Schwinden gebracht werden, besser daran ist als ein operierter. weil sein Körper während des Kampfes mit der Drüsentuberkulose gekräftigt und gegen nicht zu vermeidende Neuinfektion widerstandsfähig geworden ist. Vielleicht ist sogar nach Lymphdrüsenexstirpation eine Weiterverbreitung der Bazillen im Organismus eher möglich als bei dieser konservativen Röntgenbehandlung. Denn wir wissen ja, daß bei vielen Menschen die sogen. skrofulöse Lymphdrüsenschwellung in der Jugend eine Epoche der Immunisierung des Organismus gegen die ubiquitäre Tuberkuloseinfektion bedeutet. Auch Wilms sieht die Wirkung der Röntgenstrahlen in einem erhöht fermentativen und autolytischen Prozeß im Gewebe und in einer verstärkten narbigen Schrumpfung des Granulationsgewebes. Und diese Ausbildung von Narbengewebe ist also das Endresultat der günstigen Einwirkung der Röntgenstrahlen überhaupt. Dieses Gebilde wird also leicht zerstört; wichtig ist jedoch, daß das gesunde Gewebe vor Schädigung bewahrt bleibt, weil dieses sonst ein Locus minoris resistentiae gegen die Tuberkelbazillen darstellen kann.

Die Röntgenstrahlen besitzen nun in der Tat bei geeigneter Anwendung die Fähigkeit, ohne Schädigung, ja unter Belebung des gesunden Gewebes eine vollständige Zerstörung des kranken Gewebes rascher und sicherer als die natürlichen Wehrkräfte des Körpers, deren sich ja die Orthopädie stets bediente, zu erreichen.

Sowohl geeignete Qualität als auch die entsprechende Dosis muß für jedes Gewebe erst noch gefunden werden, vorläufig stehen wir in dieser Beziehung noch auf dem Boden des therapeutischen Experiments. Jedenfalls sind die größtmöglichen Dosen nicht immer die optimalen, eine Ansicht, mit der sich Schede in wesentlichen Gegensatz zu den Anschauungen von Gauß, Küpferle und anderen Autoren stellt, in der wir ihm aber nur beistimmen können. Auch bezüglich der geeignetsten Strahlenqualität ist eine einheitliche Auffassung noch nicht vorhanden. Sicher ist, daß sich die Gewebe den verschiedenen Strahlenqualitäten gegenüber sehr verschieden verhalten.

Soll Entzündung, Zerfall der jungen Zellen, Hyperämie erreicht werden, so muß eine größtmögliche Menge mittlerer oder weicher Strahlen im erkrankten Gewebe zur Absorption gebracht werden. Dann dürfen Filter nur, soweit es der Hautschutz und die größere Tiefe erfordern, benützt werden.

Sollen dagegen Schädigung der Gefäße und Ernährungsstörungen erreicht werden, so müssen extrem harte, also gefilterte Strahlen benutzt werden. Die Entscheidung, welche der beiden Formen von Strahlen genommen werden soll, ist von Fall zu Fall zu treffen und bedarf noch der wissenschaftlichen Begründung. Genau der Standpunkt, den ich sowohl in meinen letzten Arbeiten über Lungentuberkulose- und Milzbestrahlung als auch in der Arbeit: Die Röntgentherapie bei Kriegsverletzten ausführlich betonte.

Im allgemeinen ist der Vorschlag Iselins beherzigenswert, wonach größere Dosen von harten Strahlen dann zu geben sind, wenn eine Schrumpfung des erkrankten Gewebes bezweckt ist, dagegen kleinere Dosen mittleren Röntgenlichtes, wenn der Zerfall und die Resorption eines einzelnen Herdes bewirkt werden soll.

Neben dieser lokalen Wirkung lösen die X-Strahlen also eine allgemeine Reaktion aus. Pflegt man doch die dabei auftretenden primären Störungen, meist nervöser Natur, wie Unruhe, Schlaflosigkeit, Kopfweh, Kreuzschmerzen, Brechreiz, als Röntgenkater zu bezeichnen. Diese Schädigung geht auffallenderweise bei Überschreitung einer gewissen Dose der Röntgenbestrahlung wieder zurück, ja tritt gar nicht erst auf, worauf speziell Krinski aufmerksam machte. Auch läßt sie auf Beteiligung des Gesamtorganismus schließen aus Beobachtungen, bei denen nach Röntgenbestrahlungen beliebiger Körpergegenden bei Frauen Aussetzen oder Verspätung der Menses sich zeigte, wie ich in meinen Arbeiten oft nachwies. Wenn auch von anderer Seite solchen Beobachtungen widersprochen wurde, so scheint mir doch gerade auf Grund der ungewöhnlich schnellen Heilerfolge bei diesen gynäkologischen Fällen die Annahme berechtigt, daß solche schnellen Resultate doch zum großen Teil auf die allgemeine Reaktion des Körpers zu beziehen sind und nicht allein auf die Schädigung des Ovariums.

Diese allgemeine Wirkung auf den Körper findet ihren Ausdruck in der Entgiftung des tuberkulösen Herdes, wie wir sie aus dem Resorptionsfieber und dem Verhalten des Körpergewichtes erkennen.

Daß ein Tuberkulin entstehen muß, wenn eine tuberkulöse Drüse samt Bazillen resorbiert wird und Tuberkelbazillen zerfallen, darf heute als sicher gelten. Das Körpergewicht erfährt dabei immer eine Steigerung, und zwar auch nach anfänglicher Gewichtsabnahme.

Von großer Bedeutung ist also der Nachweis Iselins, der bei 80% aller wegen Drüsentuberkulose bestrahlten Patienten eine Gewichtszunahme konstatieren konnte als Zeichen dieser Allgemeineinwirkung. Auch bei den Patienten mit Knochen- und Gelenktuberkulose zeigten 72% eine nicht unbeträchtliche Gewichtszunahme. Iselin erklärt diesen Befund damit, daß er annimmt, im tuberkulösen Herd würde durch die Röntgenbestrahlung Tuberkulin frei, eine Annahme, die gestützt wird durch Beobachtungen folgender Art. Bei lokaler Herdbestrahlung ist die Beobachtung mehrfach gemacht worden (Iselin, Saathoff), daß entfernte tuberkulöse Herde aufflackerten.

Daß die Fernwirkung der Röntgenstrahlen auch auf anderem Gebiete sich zeigte, beweisen die Mitteilungen von Wilkinson aus dem großen Lepraheim in Manila, der an reichlichem Krankenmaterial Lepraknoten verschwinden sah, die ganz fern von der bestrahlten Stelle saßen. Er erklärt es dahin, daß durch Zerfall der Lepraerreger Antikörper im Blute der Bestrahlten entständen, die dann an anderer Stelle auf Leprabazillen zerstörend wirken. Es sei nebenbei bemerkt, daß bei Lepra bisher die Resultate mit der Röntgenbestrahlung fraglich geblieben sind.

Ähnlich erklärt auch bei Lupus Hall-Edwards die Wirkung der Resorption von Lupusgewebe und Tuberkelbazillen.

Einen zweiten wirksamen Faktor sieht Iselin in einer Entgiftung des Herdes selbst durch die Wirkung der Röntgenstrahlen, indem die Toxine durch Lockerung und Änderung ihres chemischen Verbandes unschädlich gemacht werden. Neben diesen Möglichkeiten treten wohl auch noch andere Vorgänge bei der Röntgenbestrahlung in Kraft, speziell solche, die auf Beschleunigung fermentativer Vorgänge hindeuten und mit innersekretorischer Tätigkeit in Zusammenhang stehen, wie Wilms ausführt. Ob hier Aktivierung der Zellarbeit oder ein Einfluß auf das durch Röntgenstrahlen getroffene Blut mit seinen geschädigten Lymphozyten eine Rolle spielt, läßt sich bis dato nicht entscheiden.

Über die speziellen Gründe für diese Gewichtszunahme werden wir gleich mehr hören.

Über die Fieberbeeinflussung finden sich in der chirurgischen Tuberkuloseliteratur keine besonderen Anhaltspunkte, wohl aber in der Bestrahlungswirkung bei der Lungentuberkulose, aus denen ich das folgende als allgemeingültig zitiere.

Am ausführlichsten hat darüber Berns berichtet:

„Das augenscheinlichste Ergebnis von 30 Bestrahlungskuren, die Berns an den Krankengeschichten näher beleuchtet, ist eine in 18 Fällen beobachtete Herabminderung der Körpertemperatur, eine spezifische Entfieberung, die manchmal allmählich, manchmal aber auch sofort eingetreten war. So erinnere ich mich eines Falles, den ich vor Kriegsausbruch

3 Tage lang beobachten konnte. Eine Patientin hatte einige Zeit hoch gefiebert, um 39°. Nach der ersten Bestrahlung erreichte sie sofort normale Temperatur; sie hielt sich jene 3 Tage unter 37°! Ähnliche Erscheinungen wurden in sehr vielen Fällen beobachtet. Nach geringem, unmittelbar nach einer Bestrahlung auftretenden, unbedeutendem Temperaturanstieg trat ein typischer Temperatursturz ein; einige Zeit hielt sich nun die Temperatur erheblich tiefer als vor der Bestrahlung und stieg dann allmählich wieder an.

Vielleicht vermögen diese Verhältnisse Wesen und Ursache des Fiebers bei Lungentuberkulose etwas zu klären. Strümpell hält es für wahrscheinlich, daß dieses Fieber in vielen Fällen durch den tuberkulösen Prozeß an sich, durch Toxinbildung bedingt sei; doch frage es sich noch, ob es schließlich erst durch sekundäre entzündliche Prozesse, sowie durch Resorption septischer und toxischer Substanzen aus dem sich zersetzenden Bronchial- und Kavernensekret entstehe. Nimmt man ganz allgemein an, es würde durch die Giftwirkung des tuberkulös erkrankten Gewebes verursacht, so würden die Fälle, bei welchen die spezifische Entfieberung eintrat, den Beweis liefern, daß es möglich ist, durch Bestrahlung den tuberkulösen Herd zu entgiften, ein Ergebnis, das für Drüsen- und Gelenktuberkulose von Iselin schon festgestellt worden ist.

Bevor ich auf die Ätiologie dieser ,Entgiftung' näher eingehe, möchte ich die anatomisch-mikroskopischen Bilder bestrahlter Lungen, wie sie Küpferle beschrieben hat, hier anführen: „Es zeigte sich in den den verschiedensten Stellen der Lungen entnommenen Teilen eine auffallende Entwicklung des hyalinen Bindegewebes, das an Stelle des tuberkulösen Granulationsgewebes getreten war. Besonders deutlich sind diese Unterschiede an der Grenze zwischen krankem und gesundem Gewebe erkennbar. Hier sieht man an den Lungenschnitten der bestrahlten Tiere eine intensive Bindegewebsentwicklung, die einerseits in die tuberkulös erkrankten Teile hinein sich erstreckt, die Zerfallsherde umwuchert und abkapselt, auf der anderen Seite auch gegen das gesunde Gewebe hin vordringt.'

Die biologische Wirksamkeit der Röntgenstrahlen beruht in einer Schädigung von Zellen mit sehr lebhaftem Stoffwechsel, von Geweben, in denen unablässig lebhafte Zellregeneration stattfindet. Die üppig wuchernden Zellen des tuberkulösen Granulationsgewebes werden also durch richtig dosierte Strahlen vernichtet, und so ist die physiologische Neigung des erkrankten Lungengewebes zur Bindegewebsentwicklung nicht mehr beeinträchtigt. Ob die Bindegewebszellen mit ihrem im Vergleich zu den Granulationsgewebszellen sehr trägen Stoffwechsel durch die Röntgenstrahlen zu intensiverem Stoffwechsel angeregt werden, ob die Röntgenstrahlen vielleicht auch einen anregenden Einfluß auf die in jedem Entzündungsherd vorhandenen phagozytären Zellen ausüben, das sei dahingestellt." Jedenfalls ist der Hinweis auf Berns wichtig, weil er unsere Beobachtungen hinsichtlich der Reizdosenanwendung unterstützt und mit zur Erklärung der vorgeschlagenen kombinierten Lungenbehandlung mit hohen schädigenden und geringen anreizenden Dosen beiträgt.

Berns fährt weiter fort: „Die Ursache der Entgiftung scheint also darin zu liegen, daß die Gifte des Zerfallsherdes, rings umschlossen von dem

Bindegewebswall, nicht wieder die Möglichkeit haben, den Organismus zur Bildung von Granulationsgewebe zu veranlassen, daß ferner vielleicht gleichzeitig die Phagozyten lebhafter und erfolgreicher den Kampf gegen die Tuberkelbazillen aufnehmen. Infolgedessen sinkt das Fieber.

Ein nennenswerter Einfluß der Röntgenstrahlen auf Tuberkelbazillen konnte bisher trotz vieler Versuche nicht festgestellt werden. Es erscheint demnach wohl ausgeschlossen, daß durch die Strahlen die im Erkrankungsherd vorhandenen Tuberkelbazillen abgetötet werden. Sie liefern weiter ihre Toxine und diese müßten weiter Fieber erzeugen, wenn das Fieber bei Lungentuberkulose wirklich ein reines Toxinfieber wäre. Es scheint also, als ob das Granulationsgewebe in erster Linie Ursache des Fiebers sei, als ob es sich hier ausschließlich um ein Resorptionsfieber handele.

Viele Forscher haben es sich in den letzten Jahren zur Aufgabe gemacht, Ursache und Wesen des Fiebers tief zu ergründen. Auf dem Wiesbadener Kongreß 1913 kam das so recht zum Ausdruck. Krehl hat damals die denkwürdigen Worte ausgesprochen: ‚Eine kühne Phantasie könnte sogar eine Brücke zu schlagen geneigt sein zwischen der automatischen Unterhaltung der Normaltemperatur durch nicht fertig abgebaute Produkte des normalen Stoffwechsels und der Temperatursteigerung durch krankhaft veränderte.' Durch diese Ansicht, die heutzutage immer mehr Anerkennung zu gewinnen scheint, würden die komplizierten und viel umstrittenen Erscheinungsbilder des Fiebers auf eine einfache Formel gebracht werden. Und in der Tat, es scheint recht natürlich und selbstverständlich zu sein, Normal- und Fiebertemperatur für wesensgleich zu halten. Die optimale Temperatur für die jeweilige Intensität des Stoffwechsels, sei er nun normal oder krankhaft gesteigert, würde also im Organismus durch die regulatorische Tätigkeit des Temperaturzentrums eingestellt. Der physiologische Reiz für letzteres ist unvollkommen abgebautes, artfremdes oder nicht organisiertes Eiweiß oder dessen Produkt, das Anaphylatoxin, und solches Eiweiß liefert ja sowohl normaler als auch krankhafter Stoffwechsel.

Unsere durch Strahlentherapie bei Lungentuberkulose erzielten Resultate scheinen diese Fiebertheorie weitgehend zu stützen. Die so oft beobachteten Entfieberungen können, nach dem anatomisch-mikroskopischen Bilde zu urteilen, nur durch Vernichtung des tuberkulösen Granulationsgewebes und die daran anschließende stärkere Bindegewebsentwicklung verursacht worden sein. Durch die Bestrahlungen werden die Erkrankungsherde allmählich abgekapselt und langsam entgiftet — den Tuberkelbazillen wird der Nährboden genommen. Es gelangen immer weniger Herdgifte und Zerfallsprodukte durch das hyperämische Granulationsgewebe in die Blut- und Lymphbahnen — vielleicht üben die nun von Bindegewebe immer stärker umkapselten Zerfallsprodukte einen stärkeren Fremdkörperreiz aus und werden ausgehustet, wodurch sich die bei den Bestrahlungen beobachtete anfängliche Vermehrung des Auswurfes erklären ließe. Schließlich wird durch die Entlastung des Stoffwechsels von Fieberstoffen der fieberfreie Zustand erreicht.

Manchmal zeigten sich diese Erfolge schon nach einer oder nach einigen Bestrahlungen, manchmal erst im Verlaufe der Bestrahlungskur.

Die Gründe dafür sind sehr verschieden. Selbstverständlich hat nicht nur die Strahlendosis die Temperaturverhältnisse unserer Patienten beeinflußt, vielmehr spielten da alle anderen Momente, Erkrankungsgrad, Konstitution, Psyche, auch noch mit. So half z. B. sicherlich die bisher ungewohnte ständige Bettruhe bei vielen, neu in die Klinik aufgenommenen Patienten, vorhandene Subfebrilität zu beseitigen, während andererseits irgendwelche Gemütserregungen, frische Erkältungen oder Menstruation Temperaturerhöhungen brachten. Daß aber dauernde Entfieberung in verhältnismäßig viel kürzerer Zeit eintrat als bei anderen Behandlungsmethoden, daß ferner überaus häufig nach einzelnen Bestrahlungen ein typischer Temperatursturz beobachtet wurde, das sind die Beweise für eine spezifische Entfieberung der Lungentuberkulose durch Röntgenstrahlen.

Am schwersten ist der erwähnte Temperatursturz zu deuten. Nach vorübergehendem, geringem Temperaturanstieg sinkt bald nach den einzelnen Bestrahlungen die Temperatur, hält sich 12—24 Stunden oder auch noch länger bis zu einem Grade oder mehr tiefer als früher und steigt dann wieder langsam an. Vielleicht sind in solchen Fällen die Zellen des Granulationsgewebes nur vorübergehend geschädigt, gleichsam betäubt und unfähig geworden, die Herdgifte aufzunehmen und zur Resorption zu bringen. In dieser Zeit hätte dann der Organismus infolge Wegfalls der Herdgifte nicht mehr soviel Stoffwechselarbeit zu leisten, als seiner eben noch innegehaltenen Temperatur entsprechen würde, weshalb letztere vorübergehend sinken müßte. Diese Annahme müßte naturgemäß sowohl für erhöhte als auch für normale Temperaturen gelten; denn auch der Kranke mit normaler Temperatur hat Herdgifte zu verbrennen, nur befindet er sich in einer Art Kompensationsstadium seiner Temperaturverhältnisse. Und in der Tat scheinen die Fälle der Gruppe IIa diese Annahme zu beweisen; ihre Temperatursenkungen um einige Zehntelgrade nach Bestrahlung sprechen dafür. Insbesondere könnte man von Fall 15 sagen, daß nach Ausschaltung der Fieberstoffe aus dem Kreislauf und nach Beseitigung aller anregenden Einflüsse durch die Bettruhe die optimale Temperatur für den jetzigen Stoffwechsel des Patienten bei Werten um 36,1° lag. Auch beim Gesunden sinkt ja die Temperatur bei minimalsten Anforderungen an seinen Stoffumsatz.

Die Gruppe III umfaßt 7 Fälle, bei welchen die Temperaturen durch Bestrahlung nicht beeinflußt wurden. Das ist ein verhältnismäßig sehr hoher Prozentsatz. Dazu ist zu sagen, daß bei den ersten Versuchen, die Lungentuberkulose strahlentherapeutisch zu beeinflussen, auch die Einwirkung auf sehr schwere Fälle der Vollständigkeit halber erprobt werden mußte. So waren die Fälle 24, 26 und 27 von vornherein verzweifelt und kamen zum Exitus. An Fall 27 zeigt sich aber selbst hier noch die spezifische Einwirkung in einer Herabminderung der Subfebrilität von Werten bis 38,2° zu Werten um 37,6° im Verlaufe der ersten 15 Bestrahlungen; freilich gewann schließlich die schwere Erkrankung, insbesondere auch seine Darmtuberkulose, die Oberhand.

(Einer besonderen Besprechung bedürfen 3 Fälle. Nach den Erfahrungen an anderen Patienten hätte er wohl schließlich auch noch normale Temperatur erreicht, wenn er die Kur länger durchgeführt hätte. Seine

Temperatursteigerungen nach verschiedenen Bestrahlungen finden ebenso wie die Temperaturerhöhung im Verlaufe der Kur bei Fall 29 ihre Erklärung in verschiedenen Momenten. Gemütserregungen oder Furcht vor den Folgeerscheinungen der Bestrahlungen, die noch besprochen werden, spielen hier eine besondere Rolle. Bei Fall 30 ist die Temperatursteigerung im Verlaufe der ersten 10 Bestrahlungen durch die besondere Fieberquelle der Halsdrüsenerkrankung erklärt.) Nach dem Gesamtbilde hatten nur 16,7% unserer Fälle nicht den erwünschten Erfolg, eine Verhältniszahl, die bei weiterem Ausbau der Bestrahlungskuren und bei Eliminierung der moribunden Kranken sicherlich noch erheblich verringert werden kann. Auf Grund des anatomisch-mikroskopischen Bildes kann es wohl als ausgemacht gelten, daß durch Bestrahlung Dauererfolge erzielt werden; sicher erwiesen ist das bis jetzt allerdings noch nicht und Nachuntersuchungen anzustellen, war mir leider unmöglich geworden.

Kurz vor Fertigstellen meiner Arbeit wurde ich von Herrn Professor Forschbach-Breslau auf Fränkels[1]) Arbeit: ‚Die Röntgenstrahlen im Kampf gegen die Tuberkulose, speziell der Lungen‘ aufmerksam gemacht. Fränkels Resultate stimmen in vieler Beziehung mit den Freiburger Ergebnissen überein, obwohl verschiedenartige Technik angewandt wurde. Während in Freiburg das Hauptgewicht auf direkte Herdbestrahlung gelegt wird, bedient sich Fränkel einer Kombination von Herdbestrahlung und allgemeiner Bestrahlung von Thorax und Milz, wobei er einen besonderen Bestrahlungsstuhl verwendet. Leichtere Fälle bestrahlte er mit mittelstarken Dosen, um den Erkrankungsherd der Resorption zugänglicher zu machen, schwerere Fälle mit sehr starken Dosen, um das tuberkulöse Gewebe direkt zum Zerfall zu bringen. In Freiburg wurde in allen Fällen stärkste Strahlung angewandt. Hier wie dort dauerte eine Kur durchschnittlich 3—4 Monate. Die positiven Resultate Fränkels betragen 80%, in Freiburg 83,3%, wobei es sich dort und hier fast nur um Fälle des ersten und zweiten Stadiums handelte.

Besonders interessant ist es, daß auf beiden Seiten fast die gleichen Ergebnisse erzielt wurden. Fränkel schreibt: ‚Als erste Beobachtung steht im Vordergrund das Sistieren der so quälenden Schleimsekretion, des Hustens, Abnahme des tuberkulösen Sputums. Parallel ging dabei Gewichtszunahme, Schwinden der Lungenstiche.‘ Weiter berichtet Fränkel über Hebung des Allgemeinbefindens und des Appetites, über freiere Atmung. Genau so in Freiburg. Viele Patienten fühlten sich allmählich immer wohler, verloren Husten und Auswurf, allerdings nach anfänglicher Steigerung, oft gänzlich, wobei gleichzeitig die katarrhalischen Geräusche über den Lungen erheblich zurückgingen. Auch Fränkel berichtet: ‚Pathologische Atmungsgeräusche schwinden in auffallender Weise, besonders an den Spitzen.‘

Über seine Temperaturbeobachtungen schreibt Fränkel: ‚Anfängliche Fiebersteigerung ist ein Zeichen für günstige Röntgenbeeinflussung. Ich fasse den Fieberanstieg als ein Freiwerden von Giftstoffen im Körper

[1]) Gemeint ist meine Arbeit in Fortschritten auf dem Gebiet der X-Strahlen, Bd. XXII 14.

durch Strahlenwirkung auf, als ein Einsetzen von wichtigen Immunisierungsvorgängen, denen dann die Entgiftung und Entfieberung folgt.'

Abgesehen von den schon besprochenen Fällen Nr. 28, 29 und 30 sind in Freiburg Temperaturerhöhungen, wie sie Fränkel zu Beginn der Röntgenbehandlung bei den ,Spuckern' fast ausnahmslos beobachtete, nicht festgestellt worden. Ob sich diese Gegensätze aus der verschiedenartigen Technik erklären, läßt sich nicht ohne weiteres feststellen. Doch dürfte es nicht unwahrscheinlich sein, daß intensivste Herdbestrahlung auf der einen Seite, kombinierte Bestrahlungstechnik auf der anderen Seite im Organismus verschiedenartige Temperaturreaktionen auslösen. Vielleicht gelangen bei der lokal nicht so intensiv zerstörend, sondern mehr anreizend auf das Granulationsgewebe wirkenden Kombinationsbehandlung die Fieberstoffe hauptsächlich auf dem Blut- und Lymphwege zur Resorption und Vernichtung, müßten dann also anfänglich Fieber erzeugen, während bei der lokal sehr wirksamen intensiven Herdbestrahlung nach den früheren Ausführungen Fieberstoffe in immer geringerem Maße zur Resorption gelangen und vielleicht in der Hauptsache mit dem Auswurf entfernt werden, wofür die in Freiburg beobachtete anfängliche Vermehrung der Auswurfsmenge sprechen würde.

Und schließlich ist die in Freiburg beobachtete vorübergehende Temperaturerhöhung unmittelbar vor dem typischen Temperatursturz vielleicht den von Fränkel beschriebenen Temperaturerhöhungen analog. Man könnte nach den obenstehenden Ausführungen annehmen, daß zu Beginn einer einzelnen Herdbestrahlung, solange die volle Wirksamkeit noch nicht erreicht ist, Giftstoffe vermehrt resorbiert werden, was jedoch sofort sistiert, sobald die starke Dosis voll zur Wirkung gelangt ist.

Schließlich wären noch die Nebenerscheinungen zu erwähnen, die im Verlaufe von Bestrahlungskuren in Freiburg beobachtet wurden. In vielen Fällen traten Beschwerden ein, z. B. Benommenheit, Mattigkeit, Kopfschmerz, Schwindel, Beklemmungen, Herzklopfen, Stiche in der Brust, ja selbst Erbrechen und Durchfall bei Fall 29. Alle diese Erscheinungen waren wohl zum größten Teil in der nervösen Disposition der einzelnen Individuen begründet; jedenfalls stellten sich aber in keinem Falle beängstigende oder kontraindizierende Symptome ein.

Weiteren Versuchen ist es vorbehalten, zu entscheiden, ob die Strahlentherapie bei Lungentuberkulose die hohen Erwartungen, welche man nach den bisherigen Ergebnissen an sie stellen darf, wirklich erfüllt, ob sie erfolgreich genug sein wird, sich ein großes Betätigungsfeld in der Behandlungsweise von Lungenerkrankungen zu erobern. Vielleicht ist sie imstande, die Ansichten über Antipyrese zu beeinflussen; spricht sie doch einerseits dafür, daß im Grunde das Fieber für den Organismus keine schädliche, vielmehr eine zweckdienliche Einrichtung ist, daß es also im allgemeinen nicht vorteilhaft ist, dasselbe mit Antipyretizis zu bekämpfen. Andererseits vermag die Strahlentherapie die Ursache des Fiebers zu bekämpfen und zu beseitigen und auf diese Weise den Organismus von den ihn rasch erschöpfenden Einwirkungen febriler oder subfebriler Temperaturen zu befreien. Ganz besonders scheint die Strahlentherapie indiziert zu sein zur Behandlung der Fälle, welche unter langdauernder Subfebrilität zu leiden haben."

Was nun zweitens die Ursache der Gewichtszunahme anlangt, so erblickt Iselin dieselbe in der Annahme einer Entwicklung von Tuberkulin, das durch die Bestrahlung innerhalb des tuberkulösen Herdes entsteht und das dann begreiflicherweise dieselben Wirkungen ausübe wie ein eingespritztes Tuberkulin selbst. Der tuberkulöse Herd wird somit durch die Bestrahlung entgiftet und es übt die Bestrahlung einen doppelten Einfluß aus: 1. einen örtlichen und 2. einen allgemeinen. „Die Leistung der Röntgenstrahlen bei der Belichtung der chirurgischen Tuberkulose besteht darin, daß sie dem Körper die schwierige Aufgabe abnimmt, den tuberkulösen Herd zu entgiften. Hierin liegt auch das Wesen der günstigen Einwirkung der Herdbestrahlung auf den ganzen Körper", also mithin ein Zusammenwirken von örtlichen und allgemeinen Einflüssen, ähnlich wie bei der örtlichen Besonnung. Den Unterschied zwischen Besonnung und Bestrahlung erblickt Iselin nur darin, daß das Röntgenlicht keine solche Steigerung der vitalen Vorgänge der Haut und des Blutes erzeugen kann wie die Besonnung, dafür aber andererseits wieder in tiefere Herde eindringe, die der Besonnung zugänglich sind. Iselins Ansicht kulminiert also darin, daß die Röntgentherapie ein Freiwerden von Tuberkulin aus dem bestrahlten Herde bewirkt und dann eine Entgiftung des Herdes durch Wirkung auf die Toxine verursache. Nach dieser Iselinschen Ansicht — und alle Beobachtungen sprechen einwandfrei dafür — liegt die Annahme sehr nahe, die Heilwirkung der Bestrahlung durch Tuberkulininjektionen zu unterstützen. Tatsächlich ist dieser Gedanke in der Literatur auch schon ausgesprochen, so von Wilms, Menne und mir (Fortschr. d. Röntg. Bd. 22).

Noch eine zweite Beobachtung Iselins führt zu dem zwingenden Schluß, daß ein Tuberkulinherd durch Bestrahlung gebildet wird. Für den Abbau nichtverkäster Drüsen genügen die Kräfte Autolyse und Hyperämie, aber nicht für die Resorption von käsigen Drüsen. Diese erstaunliche Leistung, die toten käsigen Massen aufzusaugen, ein Vorgang, der allerdings nach Blcs von Virchow schon als natürliche Heilvorrichtung angesehen worden ist, hat Iselin mit Sicherheit, die ich durch Autopsie in vivo gewinnen konnte, mehrmals beobachtet. Von anderen Autoren wird die Resorption der käsigen Drüsen bezweifelt. In einer Arbeit über die konservative Behandlung der Drüsentuberkulose hat Iselin zur Erklärung dieser Leistung Tuberkulinbildung im Herde zu Hilfe genommen.

„Das Zurückbilden der käsigen Drüse ist nicht leicht zu erklären; es kann sich bei diesem Vorgange nicht nur um Nekrobiose handeln, wie Wetterer und andere meinen, da die Käsemassen bereits aus toten Zellen bestehen und diese toten Massen trotz Nekrobiose ohne Bestrahlung jahrelang liegen bleiben. Auch die anderen Vorgänge, Autolyse und Vernarbung, genügen nicht. Vielleicht bewirkt die Schädigung der wuchernden Elemente, die mit der Abkapselung des Käseherdes oder der ganz verkästen Drüsen beschäftigt sind, einen kräftigen Fremdkörperreiz, der wiederum kräftiger beantwortet wird, mit stärkerer Neubildung, mit starker Wucherung und Einwanderung von Leukozyten. Der Zerfall dieser Zellen durch neue Bestrahlung kann durch Freimachen von Enzymen die toten Massen lösen helfen. Ferner wäre auch denkbar, daß zuerst Drüsengewebe mit jungen Tuberkeln durch die Strahlen zerstört werden

und daß frei werdende Endotoxine, tuberkulinartige Stoffe eine Herdreaktion hervorrufen, welche nach Belichtung den Abtransport, die Resorption der bereits toten käsigen Massen besorgt. Dies sind allerdings nur Vermutungen aus Beobachtungen.

„Tuberkulininjektion 1:10000 beschleunigt“, wie Iselin wiederholt beobachtet hat, „den Abbau von tuberkulösen Drüsen wahrscheinlich durch die energische Herdreaktion und die vermehrte Fermentbildung beim Untergang von eingewanderten Zellen.“ Aber auch ohne diese Unterstützung hat er den gleichen Prozeß sich abspielen sehen, der so den obigen Schluß rechtfertigt, daß durch die Strahlung die Reaktionsfähigkeit für Tuberkulin gesteigert worden ist und daß ihre Änderung auch einer Änderung der Schutzvorrichtungen entsprechen dürfte.

Die Unschädlichkeit der Resorption des tuberkulösen Krankheitsherdes in beschleunigtem Tempo, wie wir es unter der Röntgenbehandlung sehen, ließ sich auch weiter dadurch beweisen, daß entgegen der sonstigen gewohnten Verluste gerade während dieser Zeit keine Gewichtsabnahme, worauf man eigentlich schließen müßte, sondern mit absoluter Regelmäßigkeit ein Anstieg des Körpergewichts beobachtet wird. Diese Gewichtszunahme beweist — wie wir oben bereits zeigten —, daß die vermehrte Aufsaugung aus dem bestrahlten tuberkulösen Herd und selbst die Resorption eines ganzen Herdes dem Körper nicht nur nicht schadet, sondern ihm nützlich ist, ferner daß die Herdbestrahlung bei Tuberkulose durch Entgiftung einen günstigen Einfluß auf das Allgemeinbefinden und vielleicht auch auf den Kräftehaushalt des Körpers hat.

Die Übereinstimmung dieser Wahrnehmung der Gewichtszunahme durch bloße Bestrahlung mit der gleichen Gewichtszunahme bei Tuberkulineinspritzung, wie sie von Saathoff beobachtet und beschrieben worden ist, spricht dafür, daß beiden gleichartigen Erscheinungen eine gleiche Ursache zugrunde liegt, und kann als letztes Glied der Beweiskette gelten, daß durch die Bestrahlung allein das Tuberkulin im Körper frei wird. Daß aber in der Bewertung dieser beiden Methoden der Röntgenbestrahlung eine bedeutendere Rolle zusteht, als sich einmal daraus schließen, daß Saathoff nur in ausgewählten gutartigen Fällen diese Gewichtszunahme bei seinen Einspritzungen beobachtet hat, während sie bei Iselin in allen Fällen eintraf, und daß weiter nicht wie bei Saathoff nur in der Aufnahmereaktion diese Gewichtszunahme auftrat, sondern daß auf jede weitere Bestrahlung der Körper mit neuer Gewichtsreaktion antwortete. Die hier feststehenden Prozentsätze von 76% aller bestrahlten Drüsentuberkulosen und 60% der Knochen- und Gelenktuberkulosen mit Gewichtszunahme spricht eine deutliche Sprache.

Patersons Verfahren, sterile menschliche käsige Drüsenmassen tuberkulösen Menschen einzuspritzen, um diese Patienten durch Impfung mit Heilstoff zu heilen, schafft, wie es scheint, ähnliche Bedingungen wie die Resorptionen käsiger oder teilweise verkäster Drüsen unter Röntgenlichteinwirkung.

Wenn eine zum Teil verkäste und vereiterte Drüse unter Röntgenbelichtung verschwindet, werden dem Körper nicht nur die bakterienfeindlichen Stoffe zugeführt, sondern unter dem Einfluß der zerfallenen Zellen, vielleicht durch die Fermente, werden die Tuberkelbazillen abgeschwächt,

verdaulich gemacht und schließlich wirklich abgetötet. Beim Zugrundegehen der Bazillenleiber müssen Endotoxine, Tuberkuline frei werden, und diese können, wie schon oben ausgeführt, wieder auf den Körper zurückwirken. Durch die Reaktion im tuberkulösen Herd, die die Röntgenstrahlen hervorrufen, durch den Zerfall der Abszeßwand nach einigen Bestrahlungen gelangen diese von Paterson verwendeten immunisierenden Stoffe direkt in den Körper, ohne den Umweg via Einspritzung machen zu müssen. Diese Drüsenbehandlung könnte also vielleicht dem Körper die von ihm selbst bereiteten immunisierenden Vakzine zugute kommen lassen.

Culloch hat nach Bestrahlung einer Drüsenkranken den opsonischen Index beobachtet, kurz nach der Bestrahlung steigen und während fast 2 Monaten nach weiteren Bestrahlungen die normale Höhe beibehalten sehen.

Da in dem tuberkulösen Herde lebende Tuberkelbazillen sich finden, machen wir, so schreibt Iselin, nicht nur eine Vakzination im Sinne Patersons, sondern eine richtige Impfung dadurch, daß wir im Körper bereits vorhandene menschliche tuberkulöse Entzündung abortiv und unschädlich verlaufen machen. Ob neben der Heilung, die man sich bei der Röntgenbehandlung keineswegs märchenhaft schnell, sondern nur rascher als den natürlichen Heilungsvorgang denken darf, wie Iselin sehr richtig hervorhebt, auch noch eine Immunisierung sich ausbildet, kann erst eine jahrelange Beobachtung der bestrahlten Patienten zeigen, ist aber recht einleuchtend.

Daß das Körpergewicht nach der Bestrahlung des tuberkulösen Herdes vermehrt wird, kann man sich aber auch einfacher dadurch erklären, daß die Strahlen die Ausscheidung der Toxine vermindern, indem sie die Tuberkelbazillen mittelbar beim Zellverfall schädigen und schwächen, vielleicht sogar auch abtöten.

Endlich ist noch die Frage zu erwägen, ob nicht die Toxine selbst im tuberkulösen Herd durch Lockerung und Änderung ihres chemischen Verbandes unschädlich gemacht werden könnten. Einen solchen Abbau durch Röntgenstrahlen hat Block für Nukleine bereits nachgewiesen.

Die Vermutung Saathoffs, daß die Gewichtseinbuße bei Tuberkulösen neben dem ungünstigen Stoffwechsel in der Hauptsache durch Wasserverlust bedingt wird, und die er auf die Nachtschweiße, auf die Trockenheit der Gewebe, den hohen Blutkörperchengehalt des Blutes infolge Eindickung bei Tuberkulösen zurückführt, bringt es nahe, darin eine Wasserverweigerung des tuberkulösen Körpers zu sehen, die ebenso wie die außergewöhnliche Veranlagung der Zirkulation in der Nähe des tuberkulösen Herdes den gleichen Zweck hat, die Aufnahme schädlicher Stoffe möglichst einzuschränken, wie Iselin ausführt. Wenn wir jetzt das Gift im Körper entfernen, entfernen wir gleichzeitig die Ursache der lokalen Zirkulationsstörung und den Grund der Herabsetzung des Wassergehaltes des Körpers. Parallel mit der Gewichtszunahme, also der vermehrten Wasseraufnahme, verläuft am Orte der Erkrankung eine Volumenverminderung, die nicht auf Schädigung und Schwund des tuberkulösen Granulationsgewebes allein zurückzuführen ist, sondern die Folge einer

gesteigerten Blutzirkulation sein muß, die wiederum vermutlich ihre Ursache in der Verminderung der Gifte im tuberkulösen Herd hat.

Aus der weiteren fortlaufenden ständigen Gewichtszunahme wie aus dem immer weiter fortgehenden Heilungsprozeß unter der Bestrahlung ist man berechtigt, nicht nur ein Symptom einer vorübergehenden Wirkung, sondern den Ausdruck der Heilkraft der Röntgenstrahlen zu erblicken.

Setzt die Belichtung jeweils nur vorübergehend den Giftgehalt des Herdes etwas herab, so öffnet der Körper seine Barriere, die ihn vor Giftüberschwemmung schützt, d. h. der Säftekreislauf stellt sich mit seiner aufsaugenden Funktion wieder her. Schafft der Herd wieder neue Gifte, so werden von selbst die Schutzeinrichtungen gegen die Giftzufuhr arbeiten. nur dürfen sie nicht etwa durch die Bestrahlung Schaden gelitten haben.

Zwei wichtige Punkte muß man hier strikte trennen: dem tuberkulösen Gewebe fehlt zwar, wie wir oben sagten, die Fähigkeit erhöhter Absorption, aber es besitzt die Eigenschaft gesteigerter Radiosensibilität. Als Folge davon ist der Zerfall der Lymphozyten nach verhältnismäßig geringen Röntgendosen aufzufassen.

Aus gleichem Grunde erfolgt rasch unter Einfluß der Bestrahlung die Zertrümmerung und Vernichtung des aus epitheloiden Bindegewebszellen und Lymphozyten bestehenden Tuberkels. Das tuberkulöse Granulationsgewebe, dessen Radiosensibilität der des wachsenden jugendlichen Bindegewebes vergleichbar ist, wird unter der Strahlung in narbiges Bindegewebe umgewandelt. Freund spricht vom massenhaften Auftreten von Fibroblasten, die von allen Seiten in das Knötchen hineinwachsen und dasselbe zum Schrumpfen bringen. Das stellt die lokale Einwirkung dar. Sie wirkt durch die hier angewandten mittelstarken bis kräftigen Dosen vernichtend auf das tuberkulöse Gewebe, auf die nicht radiosensible Nachbarschaft durch seine Stärke anregend zur Bindegewebsbildung.

Auf der anderen Seite muß die „allgemeine Strahlenbeeinflussung" ihr Augenmerk auf die Erzielung einer Lymphozytose richten. Denn gerade diesen Zellen muß eine wichtige Bedeutung in der Tuberkulosebekämpfung zugeschrieben werden. Hierzu ist eine Anwendung nur von Reizdosen auf Milz, lymphatische Apparate, Knochenmark usw. am Platze.

Die Beobachtungen, welche man bei der Behandlung der Blutkrankheiten und ganz im speziellen bei der perniziösen Anämie mit den sogen. Reizdosen gemacht hat, geben uns Veranlassung, wie Strauß ausführt, diese Erfahrungen auf die Tuberkulosetherapie zu übertragen, und es lag die Frage nahe: Ist die Wirkung der sogen. Reizdosen lediglich im Sinne einer vermehrten Anregung von Bindegewebe zu erklären oder spielen dabei die hämatopoetischen Organe durch Anbildung lymphozytärer Elemente eine unterstützende Wirkung? Es gewinnen, unter diesem Gesichtspunkte betrachtet, einige neuere, lediglich der Betrachtung des Blutbildes gewidmete Publikationen für die vorliegende Frage an Bedeutung.

„Wir wissen, daß die Lymphozyten eine Sonderstellung im Kampfe gegen den tuberkulösen Virus einnehmen. Nicht nur, daß es zu einer Hyperplasie der lymphatischen Organe kommt, daß weiterhin die Lymphozyten den Tuberkel gegen das gesunde Gewebe hin abgrenzen, nein, es

nehmen nach den Arbeiten von Bergel die Lymphozyten überhaupt den Kampf gegen den Tuberkelbazillus als solchen auf. In den Lymphozyten ist ein fettzerspaltendes Ferment vorhanden und dieses Ferment ist befähigt, die aus fettartigen Substanzen bestehende Hülle der Tuberkelbazillen aufzulösen. Daher zeigt auch der Körper im Beginne seines Kampfes mit einer beginnenden Tuberkulose eine Lymphozytose. Die fetthaltigen Tuberkelbazillen reagieren eben chemotaktisch auf Zellen mit lipolytischem Ferment, und das sind eben die Lymphozyten. Es ist daher seitens einiger Autoren den Lymphozyten eine außerordentliche Bedeutung für die Prognose der Lungentuberkulose zugesprochen worden. So hat Weiß die Beobachtung gemacht, daß alle Tuberkulosen, die mit einer Steigerung der Lymphozyten von 25—40% einhergehen, einen relativ günstigen Verlauf nehmen, daß hingegen niedere Lymphozytenwerte (bis 16%) von prognostisch übler Bedeutung sind. Mit den Weißschen Ausführungen stimmen ältere Beobachtungen von Steffen, aber auch neuere Arbeiten, so die sich auf ein Beweismaterial von 348 Kranken stützenden Blutuntersuchungen Schwermanns, überein.

Es ist daher die Aufgabe der Strahlentherapie bei der Tuberkulose darin zu sehen, daß wir bestrebt sein müssen, die Lymphozytenzahl zu steigern. Jede Bestrahlung muß an der Hand einer genauen Kontrolle des Blutbildes ausgeführt werden. Als Bestrahlungsdosen sind kleine Dosen zu verwenden, event. unter gleichzeitiger Verwendung von Thor X per os im Sinne der Vorschriften von Bickel, Benzour, Prado-Tagle und Arneth. Auch Fränkels Erfolge bei der Bestrahlung der Milz und des lymphatischen Apparates ist auf diese Weise zu erklären. Die kleine Dosis erweist sich durch ihre Einwirkung auf die Lymphozyten eben als die Reizdosis."

Sehr richtig schreibt weiter Strauß: „Es besteht so mit der Empfehlung der kleinen Dosis von Fränkel ein gewisser Gegensatz zu Küpferle, der die großen Dosen harter Strahlen auf Grund seiner Untersuchungen befürwortet. Eine Verwendung jener großen Strahlenmassen, wie wir sie bei der Bestrahlung des Karzinoms verabreichen, ist schädlich, was auch Iselin betont, wenn er sagt: „Das Optimum für die Röntgenstrahlen als Mittel, das die natürliche Heilung unterstützt, ist sicher ein niedriger Wert", desgleichen Broca und Mahler, die im Übersteigen der nützlichen Dosis das Haupthindernis der Röntgentherapie der Tuberkulose erblicken, Petersen, der eine Sabourauddosis gefilterter Strahlen als Einzeldosis verabreicht, und endlich Fränkel, der ein strenges Individualisieren fordert."

So sei noch einmal hervorgehoben:

Das Optimum für die Röntgenstrahlen als Mittel, das die natürliche Heilung unterstützt, ist sicher ein niedigerer Wert. **Danach ist die Wahl der Dosen um so wichtiger, als wir Gefäßschäden dringlichst vermeiden müssen.** Sonst entblößen wir den Körper seiner besten Schutzmittel. Die Unterbrechung der Zirkulation durch Gefäßschädigung vereitelt die physiologische Heilung durch Resorption, die einzig imstande wäre, eine gute Funktion der befallenen Gelenke wiederherzustellen.

Der Röntgenbehandlung der chirurgischen Tuberkulose stehen demnach also zwei Wege offen: Bei leichteren Formen wird sie versuchen, durch wiederholte schwache Belichtung den Herd zu entgiften und der Resorption zugänglich zu machen.

Bei schweren Erkrankungen wird, wenn das physiologische Verfahren nicht genügt, eine stärkere Bestrahlung einsetzen müssen; diese bezweckt nicht nur, das tuberkulöse Gewebe zum Zerfall zu bringen, sondern sie ist bestrebt, mit energischer Tiefenbestrahlung durch Gefäßschädigung im tuberkulösen Herd und seiner Umgebung, die Schrumpfung des Granulationsgewebes und Narbenbildung zur Folge hat, die Abkapselung und Ausschaltung des tuberkulösen Herdes aus dem Körper zu fördern. Bei der Lungentuberkulosebestrahlung wird, wie an anderer Stelle bereits ausgeführt, gleiche Kombination beider Bestrahlungsformen zweckentsprechend sein.

Wir sehen jedenfalls daraus, wie wichtig die richtige Anpassung der zu wählenden Dosis ist und wie ein kritikloses Drauflosbestrahlen den ganzen Effekt illusorisch machen kann. Ein etwaiger Mißerfolg fällt dann nicht der Methode, sondern der falschen Wahl der Technik zur Last.

Bei beiden Arten der Bestrahlung zielt unser Bestreben darauf hin, natürliche Heilungsvorgänge zu unterstützen und zu beschleunigen.

Eins ist gewiß! Stieß man anfangs überall auf Unterschiede der einzelnen Strahlenwirkungen und bestanden scheinbar nur lose Beziehungen zwischen Röntgen-, Radium- und den Sonnenstrahlen, so zeigt in letzter Linie die anfangs beschriebene Entdeckung Bernds, daß weit über eine Ähnlichkeit hinaus allernächste verwandtschaftliche Beziehungen zwischen diesen Strahlengruppen bestehen müssen. Gerade diese seine Bemerkung von der Aussendung von Gammastrahlen aus dem Sonnenlicht schließt eigentlich die Beweiskette, daß beide Gammastrahlen: die der Sonne wie die des Radiums und Röntgens in ihrer Natur sich völlig gleichen. Ist damit einerseits nun ein Schritt vorwärts getan in der Erkenntnis, daß neben der oft geschilderten Umwandlung der ultravioletten Strahlen im Körper und ihrer indirekten allgemeinen Einwirkung überhaupt direkt durchdringende Strahlen von der allmächtigen Sonne ausgesandt werden, deren Einfluß parallel den Radium- und Röntgengammastrahlen uns ja jetzt bekannt geworden ist, und die in der Tiefe ihrer Wirksamkeit an Ort und Stelle ihrer Absorption entfalten können, so wird auf der anderen Seite verständlich, daß die Radium- und X-Strahlen (in geringster Quantität) nicht etwa von vornherein Zellstörung bewirken und in den umgebenden Geweben erst als Antwort auf diesen Zellschaden anreizenden Effekt quasi indirekt erzielen als ein fremder Stoff. Mit anderen Worten: Radium- und X-Strahlen sind uns gar nicht artfremd, sondern phylogenetisch bekannt, ebenso wie die Sonne als etwas Altgewohntes, Jahrtausende Bestehendes, nur von bislang unsichtbarer, unbekannter und daher unerkannter Wirkung. Sie sind uns nichts Fremdes. Wir sind auf die Radiumstrahlen phylogenetisch eingestellt. Wir sind ihnen ebenso dauernd ausgesetzt, wie den Sonnenstrahlen auch. Sie gehören zu unserem Leben und Lebensbedingungen, auf die sie allgemein anreizend wirken. Sie erfüllen die Erdatmosphäre, und nur durch gehäufte und quantitativ vermehrte, speziell lokalisierte Anwendung wird

der erhöhte Effekt erzielt, den wir in der Tat folgerichtig als Reizung bezeichnen. Ein noch höherer Grad wirkt zelltötend; genau dieselben Abstufungen, wie wir sie ja auch von den Sonnen- und Röntgenstrahlen kennen. Daß gerade die jungen Zellen radiosensibel sind, findet damit auch volle Erklärung. Verdankt doch solche Zelle gerade diesem physiologischen Strahlenanreiz ihre Entstehung überhaupt und ihre Existenz, wie die Blume den schöpferischen Sonnenstrahlen. — Wenn man nun aber bedenkt, daß ein jeder Körper unter Umständen selbststrahlend werden kann, nachdem er von Radium- und X-Strahlen getroffen ist (in Form von Sekundärstrahlen), wenn man so weiter in die unergründliche Natur einzudringen wagt, dann kommt man schließlich auf die Frage, ob Radium überhaupt von der Natur an mit eigenen Strahlen behaftet ist, ob die Selbststrahlung ihm allein gehört oder ob es sich diese Strahlungskraft nicht auch entlehnt, sie als ein Sonnengeschenk erhalten hat. Ob nicht vielmehr alle diese Strahlen von der Sonne ihren Ursprung erhalten, ob nicht vielleicht alle Körper in der Natur überhaupt gerade durch die Allmacht der Sonne strahlen können. Wer vermag diese Frage zu beantworten, die im letzten Ende keine medizinische mehr, sondern eine philosophische wird, wenn man so dem „παντα ῥει“ das „Alles ist Strahlung und alles strahlt!“ zur Seite stellt.

Ziehen wir aber aus diesen Betrachtungen einen Schluß, so kann es nur der sein: Das Allmächtigste im ganzen Weltall, von dem alles ausgeht, das alles regiert und alles schafft, von dem alles Leben abhängt und das auch die Tuberkulose, wie wir gehört haben, mit Erfolg bekämpft, das berufen ist, in richtiger Ausnutzung noch einmal der mächtigste Schutz gegen diesen Würgengel zu werden, sind die Strahlen!

Referate.

Strahlenbiologie und Strahlenpathologie.

E. Steinach und G. Holzknecht. Erhöhte Wirkungen der inneren Sekretion bei Hypertrophie der Pubertätsdrüsen. Arch. f. Entwicklungsmechanik der Organismen. Bd. 42, Heft 3, S. 490.

Die Autoren berichten über sehr interessante experimentelle Untersuchungen, die sich auf die Strahlenwirkung auf das Ovarium beziehen.

Eine Reihe weiblicher Meerschweinchen im Alter von 2 – 4 Wochen wurden zu je dreien in oben offenen Schachteln untergebracht. Kopf und halber Thorax einerseits, das Beckenende andererseits wurden mit Bleiglas abgedeckt. Die Bestrahlung wurde vom Rücken her vorgenommen. Als Strahlungsmenge wurde eine einmalige Dosis von 11—12 H, 7—8 Bauer-Härte, ohne Filterbenützung appliziert.

Mit jeder bestrahlten Serie wurde ein gleichaltriges, aus gleicher Zucht stammendes Weibchen mit aufgezogen, um jeden Moment die durch die Bestrahlung erzeugten Veränderungen mit dem normalen Verlauf vergleichen zu können.

Die Latenzzeit für die äußerlich sichtbaren Wirkungen war eine lange, Nach 3—4 Wochen zeigten sich am Rücken Haarverluste und alsbald begannen bei diesen Tieren die Zitzen zu wachsen, merkbare Streckung und Erigierbarkeit sowie strotzendes Aussehen zeichneten dieselben auffällig aus gegenüber den schlaffen, blassen weit zurückbleibenden der Vergleichsweibchen. Etwa 8 Wochen nach der Bestrahlung erreichte das Zitzenwachstum den Höhepunkt; der Warzenhof war glänzend und groß, die hyperplastische und deutlich palpable Mamma fing an zu sezernieren. Zuerst war das Sekret wässerig, dann untermischt mit spärlichen Fettropfen, um sich schließlich innerhalb weniger Tage zu normaler, fettreicher weißer Milch zu verdichten. Die Milchsekretion hielt 2—3 Wochen an. Dann wurde das Sekret wieder fettarm und wässerig, um schließlich wieder ganz zu versickern.

Die Obduktion und mikroskopische Untersuchung ergab folgendes: beide Ovarien kleiner als normal; sämtliche Follikel vollständig atrophisch, der Inhalt zu nekrotischen Massen oder hyalinen Klumpen zusammengeschrumpft. Das ganze ovarielle Stroma ist fast lückenlos durchsetzt und angefüllt von enormen Wucherungen weiblicher Pubertätsdrüsenzellen. Letztere zeigen Luteinzellencharakter und sind zum Teil sehr fettkörnchenreich. Das bestrahlte Ovar ist demnach zu einer kompakten, streng isolierten inneren Drüse verwandelt. Beide Mammae sind hyperämisch, umfangreich, hyperplastisch; das mikroskopische Bild zeigt zahlreiche voll ausgereifte, milchsezernierende Drüsenlappen. Der Uterus und seine Hörner sind mächtig gewachsen, stark hyperämisch,

gerunzelt — im mikroskopischen Bilde fällt vor allem die hohe Entwicklung der Schleimhautschicht in die Augen. Der Unterschied gegenüber der rudimentären Mamma und dem blassen unentwickelten Uterus des normalen jungfräulichen nicht bestrahlten Weibchens ist enorm.

Man ersieht aus diesen Befunden, daß die Sexuszeichen des bestrahlten infantilen Weibchens die Stufe der jungfräulichen Reifung übersprungen und in ununterbrochenem Wachstum die Formen und Fähigkeiten der Vollreife erreicht haben. Das Ovar ist mit einer nicht mehr zu überbietenden Vollkommenheit in eine hypertrophische und völlig homogene Pubertätsdrüse verwandelt.

Der Ausfall dieser Veränderungen hängt von der individuellen Empfindlichkeit des Tieres und von der Dosierung ab. Nur bei etwa 40 % der mit 10—11 H bestrahlten Tiere ist die elektiv zerstörende Wirkung der Röntgenstrahlen auf den Follikelapparat bei Erhaltung bezw. Hypertrophie der inneren Drüse zu beobachten. Bei einer Reihe von Tieren übte bei derselben Dosierung die Bestrahlung keinen oder einen nur unmerklichen Einfluß aus, bei anderen wieder wurde eine bindegewebige Entartung der Ovarien erzeugt, bei der auch die Pubertätsdrüsenzellen zum Opfer fielen.

Stärkere Dosierung — sei es durch einmalige Verabreichung, sei es durch wiederholte in längeren oder kürzeren Pausen ausgeführte Bestrahlungen — hatte in allen Fällen keine elektive, sondern eine sowohl das generative wie hormon sezernierende Gewebe schädigende oder zerstörende Wirkung zur Folge. Hier erlosch der rasch eintretende und anfänglich fördernde Einfluß der bestrahlten Ovarien bald und machte wie nach der Kastration einer Rückbildung der Sexuszeichen Platz. *H. M.*

Hans Brunner u. G. Schwarz. Einfluß der Röntgenstrahlen auf das reifende Gehirn. Aus dem k. k. neurologischen Institut (Vorstand: Hofrat Dr. Obersteiner) und der I. med. Klinik der Universität Wien (Vorstand: Prof. Dr. Wenkebach). Wien. kl. Woch. 1918, Nr. 21, S. 587.

Aus praktischen Erfahrungen geht hervor, daß die reife Gehirn- und Nervensubstanz gegenüber Röntgenstrahlen sehr wenig empfindlich ist. Dagegen war zu erwarten, daß das reifende Gehirn sich nicht röntgenrefraktär verhalten würde.

Von einem Wurfe 4 Tage alter Hunde wurden an vier Individuen bei Abdeckung des übrigen Körpers die Schädel bestrahlt, während zwei Individuen als Kontrollen unbestrahlt blieben. Zur Anwendung kamen relativ kleine Dosen harten, gefilterten Röntgenlichtes, bis viermal in je dreitägigen Intervallen appliziert.

Nach einer 10—14 tägigen Latenzzeit bemerkte man ein immer stärker werdendes, und zwar allgemeines Zurückbleiben des Wachstums der bestrahlten Tiere. Daneben trat Zittern in der Halsmuskulatur auf, Manegebewegungen, und bei dem stärkst bestrahlen Individuum epileptiforme Anfälle mit initialem Schrei, tonisch-klonischen Krämpfen in den Extremitäten, Schaum vor dem Munde, Harnabgang, krampfhaften Kaubewegungen und Klonismen in der Gesichtsmuskulatur, schließlich Status epilepticus, in welchem der Tod erfolgte.

Die Sektion ergab außer einer hochgradigen Hirnschwellung Zeichen gesteigerten Hirndruckes; sonst war am Hirn makroskopisch nichts auffallendes. Bei einem Hunde bestand eine Blutung in den IV. Ventrikel. *H. M.*

Dr. Walter Lindemann, Halle. Über die Bedeutung des Mineralstoffwechsels in der Strahlentherapie (Selbstsensibilisierung des Darmes). Mün. med. Woch. 1918, Nr. 38, S. 1048.

Der Autor wirft die Frage auf, ob nicht die klinisch leider in manchen Fällen bei der Tiefentherapie konstatierte Strahlenempfindlichkeit des Darmes bedingt sein könne durch eine Selbstsensibilisierung infolge der in der Darmwand und im Darminhalt vorhandenen Metallionen.

Die physiologische Forschung hat gelehrt, daß für viele Metalle, Quecksilber, Eisen, Kalzium u. a. der Dickdarm den Hauptausscheidungsort darstellt. Das Eisen z. B. wird im Magendarmkanal aus seinen Verbindungen herausgelöst und wird als Salz oder als Ion zur Resorption gebracht und zwar ist als Aufnahmeort das Duodenum anzunehmen. Es gelangt dann in den Organismus, wo es zum Teil in Leber und Milz aufgespeichert wird und wandert darauf in den Dickdarm, wo es ausgeschieden wird. Zu bestimmten Zeiten also wird die Schleimhaut des Duodenums und des Dickdarmes von Eisen durchwandert, welches teils in den Körper hinein- teils aus ihm herausgeht. Es ist klar, daß dies schon bei unserer gewöhnlichen Nahrung der Fall ist, denn wir nehmen ja beständig — wenn auch in geringer Menge — Eisen auf. Von Wichtigkeit ist ferner der Hinweis, daß diese Metallionen nicht nur die Darmepithelien ganz zu durchsetzen imstande sind, sondern auch die Submucosa und die in der Darmwand zirkulierenden Leukozyten, so daß die verschiedenen Schichten der Darmwand mit Metallionen angereichert sind.

Es ist nun nach den Forschungsergebnissen der Röntgenphysik möglich, daß dieser Gehalt der Darmschicht an Metallen auf die dort befindlichen Zellen insofern eine Sonderwirkung entfalten kann, als dadurch eine weiche Sekundärstrahlung ausgelöst wird, deren Stärke dem Gehalt der Darmwand an Metallionen proportional ist.

Neben dieser in der Darmwand gelegenen Strahlungsquelle kommt naturgemäß der Darminhalt selbst in Betracht, der ja ebenfalls Mineralstoffe enthält. Barcla berechnet die Reichweite der vom Darminhalt ausgehenden Sekundärstrahlung auf $^1/_{100}$ mm, sie würde also schon ziemlich tief in die Submucosa hineinreichen.

Da nach dem Gesagten die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen ist, daß die weichen, in der Darmwand auftretenden Sekundärstrahlen eine Diposition zur Schädigung der Darmschleimhaut und des Darmes selbst schaffen könnten, empfiehlt der Autor, vor therapeutischen Bestrahlungen den Magendarmkanal möglichst vom Inhalt frei zu machen. Man führe deshalb vorher gründlich ab und sorge, wenn man Radium in die Scheide einlegen will, durch einen Einlauf für Entleerung des Rektums. *H. M.*

Prof. Birch-Hirschfeld, Königsberg. Die Schädigung des Auges durch Licht und ihre Verhütung. Dt. med. Woch. 1918, Nr. 30, S. 822.

Unser Auge besitzt eine Reihe wertvoller Schutzvorrichtungen gegen die Schädigung durch zu intensive Strahlung. Da ist zuerst der Schutz

der Lider, der vorspringenden Ränder der Augenhöhle, die Verengerung der Pupille, welche eine Abdämpfung des Lichtes bewirken. Dazu kommt, daß die Linse, in geringerem Grade die Hornhaut, das Kammerwasser und der Glaskörper als Schutzorgane gegen Strahlenschädigung dienen, da sie einen großen Teil gerade der Strahlen zu absorbieren vermögen, die, wenn sie zur Netzhaut gelangen würden, die feinere Nervenstruktur schädigen können. Auch in der Netzhaut finden sich Schutzvorrichtungen im Sehpurpur und in den Fortsätzen des Pigmentepithels, welche die Stäbchen und Zapfen zum Teil umhüllen.

Dieser natürliche Schutz reicht aber häufig nicht aus, namentlich dann nicht, wenn das zu intensive Licht an schädigenden Strahlen reich ist.

Eine der häufigsten Formen der akuten Blendung ist die *Ophthalmia electrica*. Sie kommt namentlich durch *kurzwellige Strahlen* zustande, wie sie z. B. im Lichte des elektrischen Funkens (Kurzschlußblendung), ferner in therapeutischen Lichtquellen (Quecksilberdampflampe, Kohlenbogenlicht) oder auch im Sonnenlicht unter besonderen Umständen (Schneeblendung bei Skitouren usf.) enthalten sind. Die Symptome sind folgende: Mehrere Stunden nach der Blendung, die *zunächst* keine andere Folgen hinterläßt als ein bald abklingendes Nachbild, stellen sich heftige und sehr quälende Augenschmerzen mit Schwellungskatarrh der Bindehaut ein, zuweilen auch feine, oberflächliche Hornhauttrübungen. Die Erscheinungen gehen in einigen Tagen vorüber. Aber auch die Netzhaut kann bei diesen Blendungen beteiligt sein, und zwar in Form eines Ringskotoms, oft in großer Ausdehnung, besonders für Farben (namentlich für Rot), das sich jedoch meist binnen kurzem zurückzubilden pflegt. So wurde z. B. ein Arzt bei einer Skitour für Wochen rotgrünblind, konnte rote und grüne Briefmarken nicht unterscheiden, hielt seine Patienten nach der Gesichtsfarbe für herzkrank usf.

Eine andere sehr eigenartige Blendungserscheinung, die ebenfalls besonders bei Wanderungen über Schneefelder bei staubfreier Luft auf hohen Bergen beobachtet wird, ist die *Erythropsie*. Beim Eintreten in eine dunkle Hütte erscheinen plötzlich alle hellen Gegenstände in leuchtend roter Farbe, die dunklen dagegen in einem grünen Farbenton. Die Deutung dieses Phänomens ist neuerdings darin gefunden worden, daß die kurzwelligen *sichtbaren* Strahlen des Sonnenspektrums in der Netzhaut ein lange nachwirkendes Nachbild hervorrufen.

Eine sehr wichtige Blendungsart ist die Blendung der Netzhaut bei Beobachtung des Sonnenballs mit nicht oder ungenügend geschütztem Auge (*Sonnenfinsternisblendung*). Hier treten im Gegensatz zu der Ophthalmia electrica keine Veränderungen am vorderen Abschnitt des Auges ein, wohl aber Schädigungen des Sehapparates, die oft genug zu *dauernden* Sehstörungen führen. Es tritt ein zentraler Dunkelfleck auf, und im Umkreis dieses Dauerskotoms läßt sich ein weiteres Farbenskotom feststellen. Mit dem Augenspiegel sieht man nicht selten einen dunkelbraunroten Fleck der Makula mit einem zentralen grauen Exsudatherd der Fovea. Bei dieser Sonnenlichtblendung kommen bemerkenswerterweise als schädliches Agens die *leuchtenden* Strahlen in Betracht, die von der Linse des die Sonne beobachtenden Auges gesammelt und wie

von einem Brennglase auf die wichtigste Stelle der Netzhaut, die Fovea, konzentriert werden.

Sehr eigenartig ist es, daß die Blendungsfolgen für das Auge so verschiedenartig sind, je nachdem wir es mit ultraviolettem Lichte, oder mit solchem von größerer Wellenlänge zu tun haben. In dem ersteren Falle, bei der Ophthalmia electrica, kommt es nur zu entzündlichen Erscheinungen am vorderen Augenabschnitt und zu vorübergehender perizentraler Funktionsstörung ohne ophthalmoskopische Veränderungen, im letzteren dagegen erfolgt meist eine dauernde zentrale Sehstörung, häufig mit Veränderungen im Spiegelbilde, aber ohne jede Erscheinung am vorderen Augenabschnitte. Die Erklärung liegt darin, daß, je kürzer die Wellenlänge ist, um so eher die Strahlung absorbiert wird. Deshalb ist der vordere Augenabschnitt den Strahlen unter 300 $\mu\mu$, die sich z. B. im elektrischen Funken oder im Lichte der Quecksilberdampflampe reichlich finden, besonders ausgesetzt, während die Netzhaut größtenteils durch die brechenden Medien vor diesen Strahlen geschützt wird. Andererseits dringen die leuchtenden Strahlen ungehindert bis an die Netzhaut, von deren Pigmentepithel sie aufgefangen werden und wo sie dann ihre schädigende Wirkung entfalten können.

Von Interesse ist schließlich noch die Frage nach der Schädigung der Linse durch die von ihr absorbierten kurzwelligen Strahlen. Wenn es auch erwiesen ist, daß das häufige und frühzeitige Auftreten von Katarakt bei Glasbläsern durch die sehr reichlichen ultravioletten Strahlen der glühenden Glasmasse verursacht wird, so ist doch die Auffassung von Schanz, daß auch der Altersstar eine Folge von Lichtschädigung des Auges sei, als zu weitgehend abzulehnen. *H. M.*

Dr. O. Bernhard, St. Moritz. Kurze Mitteilungen zur Ätiologie und Prophylaxis des Kropfes. Korr. f. Schw. Ä. Bd. 48, S. 65.

Bernhard macht die Anschauung geltend, daß beim endemischen Kropf und dem Kretinismus, die bekanntlich in tiefen, engen und mehr oder weniger abgeschlossenen Gebirgstälern heimisch sind, neben anderen Faktoren auch Mangel an Licht, eine Rolle spielt. Die eigentliche Ursache des Kropfes ist besonders von Kocher und Roux in ihrem Referat über Strumabehandlung (Schweiz. Gesellsch. f. Chirurg. 1917) eingehend klargelegt. Sie weisen dabei hin, erstens auf die bekannten Untersuchungen in Amerika, daß in Behältern gefangene Fische unter bestimmten Bedingungen sich Kröpfe erwerben, dieselben aber wieder verlieren, wenn das Wasser frei zu- und abfließt und die Fische sich genügend bewegen können, zweitens, daß bei einem minimalen Zusatz von Jod zu dem Wasser auch in den Behältern die Kropfbildung ausbleibt, drittens, daß der Kropf am häufigsten zu der Zeit auftritt, wo die Kinder anfangen in die Schule zu gehen und ihre freie Bewegung eingeschränkt wird und viertens, daß im Militärdienst eine nicht geringe Anzahl von Kröpfen sehr erheblich zurückgeht. Daß eine bestimmte lokale Beschaffenheit des Bodens, der Luft und des Wassers eine große Rolle spielt und daß ganz besonders der Mangel an Nahrungsjod im Trinkwasser die Hauptursache sei, wird von den meisten Forschern angenommen.

Bernhard meint, daß für den endemischen Kropf mehrere ätiologische Momente vorliegen und eines davon mag wohl Lichtmangel mit allen seinen Konsequenzen auf die Beschaffenheit der Luft, des Wassers, des Bodens, der Flora und der Fauna sein.

Welch großen Einfluß das Licht auf die Konstitution ausübt, läßt sich bei der Bevölkerung mancher tief eingeschnittener Alpentäler nachweisen, wo beide Halden, die schattige und die sonnige, sowie der Talgrund bewohnt sind. Die Schattenseiter und die Talbewohner sehen im Winter monatelang die Sonne nur an der gegenüberliegenden Berglehne. Bei gleicher Rasse, gleicher Ernährung und gleichen Lebensgewohnheiten sieht man da gewöhnlich einen großen Unterschied in der körperlichen und geistigen Entwicklung. Die Schattenbewohner sind im allgemeinen gedrungener, phlegmatischer, — die Bewohner der sonnigen Halden schlanker, hagerer, sehniger, lebhafter, zäher und weniger den Krankheiten ausgesetzt. Die Annahme liegt also nach Bernhard nahe, daß auch bei der Kropfätiologie das Licht eine Rolle spielt. *H. M.*

Röntgentechnik, Methodik der Strahlentherapie, Dosierung.

Prof. Albers-Schönberg, Hamburg. Zur neuen Lilienfeld-Kochschen Röntgenröhre. Dt. med. Woch. 1918, Nr. 41, S. 1138.

Lilienfeld u. Koch ist es vor kurzem gelungen, mittels der Lilienfeld-Röntgenröhre und einer neuen Apparatur Strahlen zu erzeugen, die nach den Spektrogrammen noch etwas kurzwelliger sind als Radiumgammastrahlen. Diese ultraharten Strahlen werden in ausreichender Quantität erzeugt, denn die Strahlenausbeute der Lilienfeldröhren ist durch das neue Verfahren erhöht, so daß bei gleicher Antikathodenerwärmung eine wesentlich höhere Röntgenlichtintensität als bisher erzielt werden kann.

Durch ihre Versuche glauben die Autoren nachgewiesen zu haben, daß, im Gegensatz zu der bisher gültigen Ansicht, die Härte und Intensität der Strahlen nicht eine reine Funktion der Röhrenklemmenspannung und der Röhrenstromstärke ist. Die Versuche und Spektralaufnahmen scheinen vielmehr zu ergeben, daß es im wesentlichen darauf ankommt, in welcher Zeit die Maximalwerte der Röhrenklemmenspannung und Röhrenstromstärke erreicht werden, d. h. je kürzer die Zeit ist, die in jedem einzelnen Impuls zur Erreichung der Höchstwerte aufgewendet wird, desto härter und intensiver sind die erzeugten Röntgenstrahlen. Hierauf fußend, haben die Autoren mittels ihrer neuen Einrichtung mit verhältnismäßig niedrigen Spannungen, 25 bis 28 cm paralleler Schlagweite, und mit niedrigen Stromstärken intensive Röntgenstrahlen hervorgerufen, die an Kurzwelligkeit die Radiumgammastrahlen übertreffen. Wir stehen also vielleicht vor einer grundlegenden Umgestaltung unserer röntgentherapeutischen Technik.

Die bisher in Betrieb befindlichen Röntgenapparate sind für das neue Verfahren nicht verwendbar. Die neu durchgebildete Röntgeneinrichtung, die als „Radio-Silex"-Einrichtung in den Handel gebracht wird und welche aus einem Hochspannungstransformator mit angeschlossenem

Zünd- und Heiztransformator für die Lilienfeld-Röntgenröhre und den nötigen Regulierapparaten besteht, muß zur Erzielung der oben geschilderten Resultate mit Wechselstrom anderer Art, wie er durch die Zentralen und die üblichen Maschinen gegeben wird, betrieben werden. Eine vollständige Umdimensionierung der bisherigen Apparate wurde nötig.

Der neue Apparat besitzt keine bewegten Teile und ist in seinem Aufbau einfach und übersichtlich. Zur Erzeugung des für ihn erforderlichen Stromes ist eine besondere Maschine (Motorgenerator) nötig, die außerhalb des Röntgenzimmers Aufstellung findet.

Die neuen Apparate werden außer von der Firma Koch & Sterzel auch von Siemens & Halske A.-G. hergestellt und vertrieben werden.

Albers-Schönberg besitzt noch keine eigenen persönlichen Erfahrungen hinsichtlich der therapeutischen Erfolge mit der neuen Lilienfeld-Apparatur. Wenn in der Tat die neuen damit erzeugten Strahlen die Radiumgammastrahlen um etws 30% an Härte übertreffen, so wäre damit natürlich eine wesentliche Verbesserung unserer tiefentherapeutischen Bestrahlungstechnik erreicht. *H. M.*

Ingenieur Dr. Fr. Dessauer, Frankfurt a. M. Weitere Untersuchungen über das Gebiet der sehr hohen Röntgenstrahlen und ihre Anwendung in der Tiefentherapie. Mün. med. Woch. 1918, Nr. 37, S. 1026.

Dessauer berichtet in einer sehr interessanten und lesenswerten Abhandlung über seine Bemühungen, ein Instrumentarium zu bauen, das im praktischen Betriebe ein für die Tiefenbestrahlungen geeignetes ultrahartes Strahlenspektrum erzeugt.

Die Härte der Röntgenstrahlen ist nach Ansicht von Dessauer in erster Linie und wahrscheinlich allein abhängig von der Spannung, die man an die Elektroden einer gasfreien Röhre (Fürstenau-Coolidge-Röhre) anlegt. Bei den alten gashaltigen Röhren hängt die Härte der Strahlung auch von dem Zustand der Röhre ab. Bei den gasfreien Röhren ist das nicht mehr der Fall; hier ist die Härte der erregten Röntgenstrahlen nur abhängig von der Geschwindigkeit, mit welcher die Kathodenteilchen auf die Antikathode prallen, und diese ist in gasfreien Röhren nur ein Ausdruck der Spannung, die an den Röhrenelektroden anliegt. Lilienfeld ist anderer Ansicht (vgl. vorst. Referat). Er hat dargetan, daß die Härte der Strahlung prinzipiell nicht nur von der Spannung, sondern auch von der Dichte des Kathodenstrahlenbündels auf der Antikathode abhängig ist. Diese Anschauungen hält Dessauer nicht für stichhaltig und Kontrollversuche, die er anstellte, bestätigten sie nicht.

Der Weg, den nach dem Vorschlag Dessauers die Technik gehen muß, ist also der, Röntgenapparate für immer höhere Spannungen zu bauen. Ein normales Röntgeninstrumentarium für Tiefentherapie gab bisher etwa 100 000 Volt Sekundärspannung, um aber wesentlich weiter zu kommen, mußte man diese Spannungen auf 200 000 Volt und mehr erhöhen. Aber es zeigte sich, daß im Dauerbetrieb kein Induktorium und kein Transformator der Belastung mit diesen Spannungen gewachsen war; Spannungen von 150 000 Volt und mehr zerstören früher oder später mit unfehlbarer Sicherheit den Induktor, und es war nur eine Frage der Zeit, bis er defekt wurde, vorausgesetzt natürlich, daß der Benutzer auch wirklich von der

höchsten Spannung, die das Instrumentarium ihm zur Verfügung stellte, längere Zeit Gebrauch machte.

Das Problem, das die Technik zu lösen hatte, war also das der Herstellung eines Instrumentariums, das dauernd Spannungen von 200 000 Volt und mehr zur Verfügung stellt, ohne durchzuschlagen. Dieses Problem hat der Autor durch jahrelange Arbeiten im Institut für angewandte Physik der Universität Frankfurt (Vorstand: Prof. Dr. Déguisne) gelöst. Ohne hier auf die Einzelheiten des neuen Instrumentariums weiter einzugehen sei hier nur erwähnt, daß es Dessauer gelang, durch Vorschaltung von Hilfstransformatoren vor den Hochspannungstransformator die Durchbruchsbeanspruchung des letzteren herabzusetzen und sozusagen die Beanspruchung des Apparates hinsichtlich der hohen Spannung auf besondere Hilfsorgane (eben die Hilfstransformatoren) abzuleiten.

Mit diesem neuen Apparat konnte nun, wie die Tabelle zeigt, eine außerordentlich hohe X Strahlung erzeugt werden:

Maximale Spannung des Transformators	Filterung	Halbwertschicht der gefilterten Strahlen in Aluminium
103 000 Volt	1 mm Blei + 1/2 cm Alumin.	1,36 cm
132 000 „	1,5 „ „ + 1/2 „ „	1,64 „
179 000 „	2,5 „ „ + 1/2 „ „	1,75 „
220 000 „	4 „ „ + 1 „ „	2,13 „
267 000 „	6 „ „ + 1 „ „	2,57 „
283 000 „	7 „ „ + 1 „ „	2,69 „
308 000 „	7 „ „ + 1 „ „	2,90 „

Aus der Tabelle geht hervor, daß die härteste von Dessauer gefundene X-Strahlung eine Halbwertschicht von 2,9 cm Aluminium hatte. (Lilienfeld und Küpferle haben, wie zum Vergleich damit hervorgehoben wird, die härteste mit dem Lilienfeldrohr erreichbare Strahlung mit etwa 1,2 cm Aluminium Halbwertschicht angegeben.)

Damit ist nun aber nicht gesagt, daß schon jetzt Apparate für die Praxis zur Verfügung stehen, die eine Röntgenstrahlung von 3 cm Aluminium-Halbwertschicht liefern. Diese Strahlung kann vorläufig nur als physikalisches Experiment erzeugt werden. Dagegen bauen die Veifawerke Maschinen bis zu 240 000 Volt Maximalspannung, die als härteste Strahlung eine solche von 1,75 bis 2 cm Aluminium-Halbwertschicht liefern. Mit ihnen wird schon seit langer Zeit praktisch gearbeitet, und zwar stehen in der Bummschen Klinik in Berlin zwei derartige Anlagen, davon eine seit $1^1/_2$ Jahren, in täglich etwa achtstündigem Betrieb; ein elektrischer Durchschlag ist bis jetzt noch nicht vorgekommen. — Alle Versuche sind von Dessauer mit der Fürstenau-Coolidge-Röhre gemacht. Gewöhnliche Röntgenröhren halten diese hohen Spannungen nicht aus und geben — eben wegen ihres Gasgemisches — auch nicht derartig harte Strahlen ab.

Die neue Methode zur Erzeugung hoher Spannungen bereitet vielleicht

einen neuen Weg. Allerdings ist ihre Anwendung vorläufig jenen Klinikern und Forschern vorzubehalten, die alle Voraussetzungen für die richtige Handhabung der zum Teil noch nicht ausgearbeiteten Hilfsgeräte und der durch den Krieg besonders behinderten Röhrenherstellung erfüllen können. Es wird noch Zeit vergehen und Arbeit geleistet werden müssen, bis derartige Instrumentarien Gemeingut der Tiefentherapie werden können.

H. M.

A. Kohler. Über wichtige Grundsätze bei der Anlage von Röntgenbehandlungsräumen. Aus der Chirurg. Universitätsklinik Jena (Direktor: Geheimrat Lexer). Mün. med. Woch. 1918, Nr. 21, S. 566.

Kohler berichtet über die Grundsätze, die bei der Anlage des Röntgentherapie-Laboratoriums der Chirurgischen Klinik in Jena zur Anwendung gelangten.

In einem Röntgenbehandlungsraum sind die Strahlenschutzvorrichtungen das wichtigste. Zum Schutze genügt auf keinem Fall eine kleine Wand, sondern jedes Bestrahlungszimmer sollte sein Röntgenhaus aufweisen können, das nach der Röhre zu eine möglichst geschlossene Front hat. Sehr wünschenswert ist ein eigener Eingang vom Hausflur aus. Zum Schutz vor der Sekundärstrahlung muß es die ganze Höhe des Zimmers oder ein mit Blei gedecktes Dach haben. Es muß sich gut lüften lassen und soll daher ein eigenes Fenster, das ins Freie führt, besitzen. Das Schutzhaus soll einen wohnlichen Eindruck machen und dementsprechend eingerichtet sein, da es der Aufenthaltsort für den Bestrahler für den größten Teil seiner Arbeitszeit ist. Verfügt die Laborantin über einen hygienisch einwandfreien Arbeitsraum, dann wird man auch nicht über zu häufigen Personalwechsel infolge körperlicher Erschöpfung zu klagen haben.

Von großer Bedeutung ist, daß die Schutzhäuser mit mindestens 5 mm Blei als Panzerung belegt sind; die Innenseite der Wand muß mit Holz zum Schutz vor Sekundärstrahlen verkleidet sein. Die Fenster müssen so in die Schutzhäuser eingebaut sein, daß die untere Kante derselben ungefähr 1,20 m über dem Fußboden liegen, so daß Beobachtungen des Patienten im Sitzen und Stehen möglich sind. Die Form und Größe der Beobachtungsfenster hängt von der Anbringung der Meßinstrumente, der Röhre und der Aufstellung des Behandlungstisches ab; um die Bestrahlung mühelos überwachen zu können, ist die Forderung aufzustellen, daß Röhre, Patient und Milliampèremeter sowie Qualimeter in einer Blickrichtung liegen. Die Stärke des Bleiglases für die Fenster muß so bemessen sein, daß sein Bleigehalt dem von 5 mm Bleiblech entspricht. Es ist ein großes Verdienst der Firma Schott u. Genossen in Jena, ein hochwertiges, fast 50-proz. Bleiglas hergestellt zu haben, das mit einer Wandstärke von 10—12 mm allen Anforderungen (auch den optischen) entspricht. Auch hier empfiehlt es sich, auf der Innenseite einen Sekundärstrahlenschutz in Gestalt einer gewöhnlichen Glastafel anzubringen.

Um die durch das beständige Laufen und Surren der Motoren bedingten Geräusche zu entfernen und um die Maschinenteile der Apparatur frei, übersichtlich und von allen Seiten leicht zugänglich aufstellen zu können, wurde in der Jenenser Klinik der Röntgenapparat aus dem

Behandlungszimmer verlegt. Die stromerzeugenden Anlagen wurden in einem unter dem Röntgenzimmer befindlichen Raume eingebaut und die Hochspannungsleitung durch eine geräumige Bodendurchführung in den Bestrahlungsraum hindurchgelegt.

Bei den modernen Apparaten, wo es sehr darauf ankommt, keinen Spannungsverlust zu haben, ist von großer Bedeutung die Art der Stromzuführung. Man hat schon die Behauptung aufgestellt, der Bau von Apparaten mit noch höheren als der jetzigen Spannung sei unzweckmäßig, da man dieselbe doch wieder verloren habe, bis sie an die Röhre käme. Kohler glaubt, daß diese Behauptung bei der Anwendung der von ihm erprobten Stromführungsart nicht mehr zu Recht besteht. Er verwandte zur Leitung 11 mm starkes, auf Hochglanz poliertes Messingrohr, auf dem sich selbst die geringsten Staubansammlungen sehen und entfernen ließen. Weiter war sehr wesentlich, daß bei Anlage der Leitung scharfe Ecken und Spitzen vermieden wurden und daß Richtungsänderungen in der Leitung nur durch flache Bogen bewerkstelligt wurden. Durch diese Anordnung erst wird es ermöglicht, Energieverluste zu vermeiden und Apparate mit sehr hoher Spannung nutzbringend zu verwerten.

H. M.

Dr. Kurt Warnekros. Die Beseitigung der Röntgengase durch Absaugeentlüftung. Aus der Kgl. Universitäts-Frauenklinik in Berlin Direktor: Geheimrat Bumm). Mün. med. Woch. 1917, Nr. 50, S. 1605.

Die im Röntgenzimmer entstehenden giftigen nitrosen Gase (NO_2, NO_3) bedingen auf die Dauer nicht nur eine schwere Gefährdung der Gesundheit des Personals, sondern auch die Patienten leiden bei den stundenlangen Therapiebestrahlungen unter der Vergiftung und weigern sich schließlich. die Behandlung fortzusetzen. Bei schwächlichen Individuen kann es schließlich zu einer so ausgesprochenen Überempfindlichkeit gegen den widerlich süßen Geruch im Bestrahlungszimmer kommen, daß Übelkeit und Erbrechen eintritt, sobald die Patienten das Röntgenzimmer betreten und die Kranken noch tagelang unter den Erscheinungen einer akuten Vergiftung (Kopfschmerzen, allgemeine Ermüdung, Benommenheit) zu leiden haben. Damit ist natürlich die Fortsetzung der Strahlenbehandlung in Frage gestellt.

Nach Reusch und Rieder ist die parallele Funkenstrecke die Hauptquelle dieser Luftverunreinigung und die Vorschläge dieser Autoren beziehen sich daher ausschließlich auf eine Isolierung der Funkenstrecke von der umgebenden Luft durch entsprechende Umkleidung (luftdichtes Glasgefäß bzw. ventilierbares Holzhäuschen). Nun ist aber die Entwicklung dieser nitrosen Gase auch bei den Apparaten, die ohne Funkenstrecke arbeiten. bei den sog. Hochspannungsgleichtrichtern, in ganz besonders starker Weise ausgeprägt, da hier durch die zahlreichen dauernden Abreißfunken des Nadelschalters der gleiche chemische Vorgang wie bei der Funkenstrecke (Bindung des N und O der Luft unter dem Einfluß des elektrischen Funkens) in noch intensiverer Weise stattfindet.

Warnekros hat nun diese unangenehme und gefährliche Begleiterscheinung beim Betrieb mit Gleichrichterapparaten durch Einbau einer Absaugeentlüftung behoben, indem der ganze Schrankumbau der Röntgen-

maschine als Abzugskamin benutzt wurde. Das wurde in folgender Weise erreicht:

Das Dach des Röntgenschrankes und vor allem die Hochspannungsdurchführungen werden möglichst luftdicht abgeschlossen, nur über jedem Nadelschalter befindet sich eine 16 cm im Durchschnitt messende Öffnung, die in ein Abzugsrohr führt. Die verschiedenen Abzugsrohre vereinigen sich in eine gemeinschaftliche Hauptsaugeleitung; diese mündet in eine Trommel, in welcher der Exhausterflügel eines Zentrifugalventilators läuft, der die aus den Schränken abgezogene Luft durch ein Abstoßrohr ins Freie führt.

Um auch die im Röntgenzimmer etwa noch an den Hochspannungsleitungen und an den Röhren entstehenden Zersetzungen der Luft endgültig zu beseitigen, kann man an die Hauptsaugeleitung der Schränke noch eine Deckenentlüftung anschließen, die mit einer trichterförmigen Absaugehaube in der Mitte des Röntgenzimmers ca. 1 m von der Decke entfernt mündet.

Der Erfolg dieser Entlüftungsanlage war sehr zufriedenstellend. Die Erscheinungen der Gasvergiftung wurden weder beim Personal noch bei den Patienten mehr beobachtet. *H. M.*

H. Wintz. Die Gasvergiftung im Röntgenzimmer. Aus der Univ.-Frauenklinik Erlangen (Direktor: Prof. Seitz). Mün. med. Woch. 1918, Nr. 11, S. 296.

Der Autor ist der Ansicht, daß die Gasvergiftung im Röntgenraume nicht so sehr auf der Bildung nitroser Gase beruht, die nach seinen Messungen nur in so geringen Mengen vorkommen, daß sie für die Vergiftung nicht wesentlich in Betracht kommen können, sondern daß es das Ozon und die unter der Einwirkung elektrischer Entladungen sich bildenden organischen Ozonderivate sind, die zu chronischen Vergiftungserscheinungen Anlaß geben. Auch der Röntgenkater wird zum Teil durch diese Ozonverbindungen ausgelöst, so daß man durch entsprechende Lüftung seine Entstehung weitgehend zu beeinflussen vermag.

Auf die Frage der Luftverunreinigung ist daher bei der Anlage eines Röntgenzimmers unbedingt Rücksicht zu nehmen. Die offenen Funkenstrecken müssen vermieden und dieselben durch Gasfunkenstrecken, welche mit einem nicht dissoziierbaren Gase gefüllt sind, ersetzt werden. (Die von Reusch angegebene, einfach in ein Glas eingeschlossene Funkenstrecke ist nicht zweckmäßig, weil diese wegen Schwankungen des Gasdruckes ihren Widerstandswert nicht exakt beibehält und man daher im praktischen Betriebe mit ständig wechselnden Widerstandswerten arbeiten würde.) Es muß ferner die Hochspannungsleitung durch polierte Kabel oder Rohre ersetzt werden, damit die Ausstrahlungen und dunklen Entladungen auf ein Minimum herabgedrückt werden. Und schließlich sind für große Röntgenbetriebe Entlüftungsanlagen nötig, wie sie in der Münchener und Berliner Frauenklinik sehr zweckmäßig in Betrieb sind. *H. M.*

P. Matthes. Zur Fernhaltung der Röntgengase. Aus der Universitäts-Frauenklinik in Innsbruck. Mün. med. Woch. 1918, Nr. 29, S. 792.

Dem Autor gelang es, auf eine sehr originelle Art in dem relativ

kleinen Röntgenraume der Innsbrucker Frauenklinik die Röntgengase vom Personal und Patienten fernzuhalten. Er unterteilte das ganze Zimmer durch einen soliden Holzboden in 2 Teile und alles, was zur Hochspannungsleitung gehörte, wurde in den oberen Raum gelegt, in welchem durch einen Ventilator für Lufterneuerung Sorge getragen wurde.

Durch diese Anordnung ist die ganze Hochspannungsleitung aus dem Behandlungsraum ausgeschaltet und der Erfolg dieser Anlage ist insofern ein vollständiger, als selbst nach mehrstündigem Betrieb die Luft von übelriechenden Gasen frei ist. Da seitdem bei den Kranken keine von den Beschwerden zu beobachten war, die als durch Röntgenstrahlung direkt bewirkt allgemein als unvermeidbar gelten, liegt die Vermutung nahe, daß nicht die Bestrahlung, sondern nur die Röntgengase sie hervorrufen. *H. M.*

Assistenzarzt Dr. Bley. Entlüftung der Röntgenabteilung. Aus der Frauenklinik der Krankenanstalt in Bremen (leitender Arzt: Dr. O. Schmidt). Dt. med. Woch. 1918, Nr. 15, S. 407.

Bei der Neueinrichtung der Röntgenabteilung der Bremer Frauenklinik wurde für weitgehende Entlüftung der Räume Sorge getragen.

Einmal wurde der Raum für Arbeitsplätze und Aufenthalt des Personals vollkommen vom Bestrahlungsraum abgetrennt; sodann wurde der Schrank der Röntgenmaschine sowie auch der Bestrahlungsraum mittels eines Abzugskamins durch einen Exhauster von giftigen Gasen befreit. Diese seit 5 Monaten betriebene Einrichtung hat sich gut bewährt.

H. M.

Privatdoz. H. Wintz und Diplomingenieur Iten. Die Dosierung im praktischen Röntgenbetrieb mit Hilfe der parallelen Funkenstrecke. Aus der Universitäts-Frauenklinik Erlangen (Direktor: Prof. Seitz). Mün. med. Woch. 1918, Nr. 14, S. 375.

Die bedeutenderen Röntgeninstitute stützen ihre Dosierung fast durchweg auf die elektrometrische Messung mit Hilfe der Ionisationsmethode. Wenn auch diese Methode sicherlich die exakteste ist die es gibt, so muß doch hervorgehoben werden, daß sie selbst für den gewissenhaftesten Arzt wegen der Fehlerquellen sehr schwierig auszuführen ist, und es ist mit Sicherheit anzunehmen, daß eine allgemeine Dosierung namentlich für kleinere Betriebe mit Hilfe der Ionisationsmethode noch auf Jahre hinaus sich nicht wird realisieren lassen.

Deshalb ist es für die röntgentherapeutische Praxis ein großer Vorteil, daß die alte Methode der Kienböckmessung sowie auch die Messung mit der Fürstenauschen Selenzelle auf Grund vergleichender Untersuchungen mit dem Iontoquantimeter von den Autoren dem Praktiker unter gewissen Bedingungen durchaus empfohlen werden können.

Das von den Autoren vorgeschlagene und erprobte Verfahren ist folgendes. Die erste Vorbedingung für eine einigermaßen exakte Dosierung ist Stabilität des Betriebes. Es müssen Röhren und Apparate vorhanden sein, die eine Stunde im Betrieb sein können, ohne daß die Röhre weich wird oder die Apparatur in ihrer Leistungsfähigkeit nachläßt. Unter dieser Voraussetzung stellt man nun die Röhre auf einen günstigen Be-

triebszustand ein und bestimmt die dabei vorhandene Funkenstrecke. Weiter wird die sekundäre Belastung festgestellt, und diese muß dann weiterhin ebenfalls exakt eingehalten werden. Das besorgt bei der selbsthärtenden Siederöhre der Regenerierapparat, eingestellt auf 2,5 MA.

Nun wird mit Hilfe der Kienböckstreifen die Röhre ausdosiert, d. h. es wird für die genannten Betriebsbedingungen die Zeit festgestellt, die benötigt wird, um die Erythemdosis zu erreichen. Das ist z. B. bei einer Funkenstrecke von 33 cm am Symmetrieapparat bei 23 cm Fokushautabstand mit der selbsthärtenden Siederöhre unter 0,5 mm Zink bei 45 Minuten der Fall. Der Kienböckstreifen zeigt uns beispielsweise dabei an, daß unter den genannten Bedingungen die Oberflächendosis von ca. 1—1,2 X pro Minute erreicht wird; auch die unter 10 cm Wasser gelangende Strahlenmenge kann als prozentuale Tiefendosis mit dem Kienböckstreifen gemessen werden: wir werden z. B. unter den genannten Bedingungen feststellen, daß ca. 18 Proz. der an der Oberfläche verabfolgten Dosis unter 10 cm Wasser noch wirksam vorhanden ist.

Nachdem so die Röhre ausdosiert ist, — die oben angegebenen Zahlen sind die Mittelwerte aus einer großen Reihe von Beobachtungen bei selbsthärtenden Siederöhren am Symmetrieinduktorium — kann der therapeutische Betrieb beginnen, wobei der auf 2,5 MA eingestellte Regenerierapparat die Konstanz der sekundären Belastung gewährleistet. Wir haben dann nur mehr zeitweise den Betrieb daraufhin zu kontrollieren, ob die Funkenstrecke noch bei genau gleicher Länge anspricht wie anfangs. Ist das nicht der Fall, so muß mit der Belastung am Regeneriertisch höher gegangen werden. Die parallele Funkenstrecke ist also bei der Dosierung ein sehr wesentliches Hilfsmittel.

Von großem Interesse sind die von den Autoren angestellten Versuche, welche der eben beschriebenen Dosierungsmethode zugrunde gelegt wurden. Sie untersuchten zunächst, wie die prozentuale Tiefendosis der durch 0,5 mm Zink gehärteten Strahlen unter 10 cm Wasser sich bei zunehmender Polspannung ändert, und zwar wählten sie zum Vergleich Funkenstrecken von 20, 25, 30, 35 und 40 cm. Es ergaben sich dabei folgende relative Tiefenwerte bei gleicher Oberflächendosis:

bei Funkenstrecke:	25 cm	25 cm	30 cm	35 cm	40 cm
Tiefendosis:	9,8 %	10,7 %	11,2 %	11,3 %	11,5 %

Daraus folgte, daß trotz gesteigerter Funkenstrecke die Tiefendosis unter 10 cm Wasser von 30 cm an nicht mehr wesentlich ansteigt. Die Polspannung, die einer Parallelfunkenstrecke von 30 cm entspricht, ist also als diejenige Höhe anzunehmen, von der an eine wesentliche Verbesserung der Strahlenqualität durch noch höhere Spannung bei unseren heutigen Röhrenverhältnissen nicht mehr stattfindet.

Daß es trotzdem Zweck hat, die parallele Funkenstrecke und damit die an der Röhre liegende Spannung zu steigern, beweisen weitere Untersuchungen, die angestellt wurden, um die Oberflächen- und Tiefendosis in ihrer Abhängigkeit von der Zeit zu ermitteln. Die nachstehenden Zahlen stellen die Zeit dar, in der die jeweils genau gleiche Tiefendosis bei den verschiedenen parallelen Funkenstrecken erreicht wird — selbstverständlich

bei sonst absolut gleichen Bedingungen, insbesondere exakt eingehaltener sekundärer Stromstärke:

für 20 cm.	25 cm	30 cm	35 cm	40 cm
7 Min. 30 Sek.	5 Min. 10 Sek.	3 Min. 10 Sek.	2 Min. 30 Sek.	1 Min. 50 Sek.

Diese Zahlen beweisen, daß bei Steigen der Funkenstrecke die Zeitdauer, in der die Tiefendosis erreicht wird, immer kürzer wird; wir haben bei Veränderung der äquivalenten Funkenstrecke von 30 auf 40 cm einen Zeitgewinn von 40 %, d. h. dieselbe Dosis, die bei 30 cm paralleler Funkenstrecke in 100 Minuten vorhanden ist, erreichen wir ceteris paribus bei 40 cm Funkenstrecke bereits in 60 Minuten.

Die harten Anteile des Röntgenstrahlengemisches werden also bei Erhöhung der Spannung über 30 cm nicht wesentlich durchdringungsfähiger, aber sie entstehen in größerer Anzahl. Es gilt also der Satz, daß die Größe der entsprechenden Parallelfunkenstrecke — als Mindestmaß sind 30 cm angenommen — fürderhin in der Tiefentherapie nicht mehr die Qualität einer ausgesandten Strahlung kennzeichnet, sondern die Quantität. Kontrollen mit den elektrometrischen Messungen haben weiter ergeben, daß die parallele Funkenstrecke als ein für die praktischen Zwecke der Tiefentherapie hinreichend genaues Maß bezeichnet werden kann.

Der Autor stellt weitere Ausführungen über diesen Gegenstand in der „Strahlentherapie" in Aussicht. *H. M.*

L. Küpferle u. J. E. Lilienfeld. Zur praktischen Dosimetrie der Röntgenstrahlen. Mün. med. Woch. 1918, Nr. 16, S. 425.

Die Autoren geben eine kurze Übersicht über die Prinzipien der von ihnen ausgebauten Meßtechnik. Eine ausführliche Abhandlung über dasselbe Thema findet sich unter den Originalien dieses Heftes. *H. M.*

Dr. Th. Christen. München. Zur praktischen Dosimetrie der Röntgenstrahlen. Aus der Strahlenforschungsstelle der Reiniger, Gebbert u. Schall A.-G. Mün. med. Woch. 1918, Nr. 27, S. 736.

Der Autor wendet sich in längeren Ausführungen gegen den obigen Aufsatz von Küpferle und Lilienfeld, denen er vorwirft, Unklarheit in die bisher leidlich geklärten Verhältnisse der Dosimetrie der Röntgenstrahlen gebracht zu haben.

Küpferle und Lilienfeld haben anstelle der von Christen seit Jahren in die Dosimetrie eingeführten Definitionen des Begriffes Röntgendosis eine neue gegeben, die sie durch folgenden Bruch definieren:

$$\frac{\text{dem Erfolgsorgan zugeführte gesamte Röntgenstrahlenenergie}}{\text{Intensität der biologischen Wirkung der Energieeinheit.}}$$

Sie wollen sich dabei an den pharmakologischen Sprachgebrauch anlehnen. Christen stellt fest, daß eine solche Anlehnung an die Pharmakologie nicht vorliegt. In der Pharmakologie dosiert man mit Volum- oder Gewichtseinheiten, in der physikalischen Therapie mit Energien. Mit „Dosis" bezeichnet der Pharmakologe die dem Organismus zugeführte

Menge eines chemischen Körpers. Wüßte man in jedem Falle, welcher Bruchteil dieser Menge an das Erfolgsorgan kommt, so würde man vermutlich diese Menge als „reine Dosis“ oder „wirksame Dosis“, die ganze verabreichte Menge dagegen als „rohe Dosis“ bezeichnen. Diese Unterscheidung. die dem Pharmakologen wohl in den meisten Fällen versagt bleibt, gelingt aber dem Radiologen, weil er, zwar nicht mit höchster Genauigkeit, immerhin aber mit guter Annäherung aus der rohen Dosis die reine Dosis ableiten kann. Für ihn ist die auf ein Raumelement auffallende Menge strahlender Energie die rohe Dosis und die in diesem Raumelement absorbierte Menge strahlender Energie die reine Dosis. Zu berücksichtigen ist nur, daß der Quotient beider Größen der Halbwertschicht der Strahlung proportional ist.

Christen hat bekanntlich die physikalische Dosis als die in der Volumeinheit absorbierte Menge strahlender Energie definiert. Da der Zähler des Bruches, der bei Küpferle und Lilienfeld die Dosis messen soll, der von Christen definierten physikalischen Dosis entspricht, so kann Christen nicht erkennen, worin ein von Küpferle und Lilienfeld behaupteter „bewußter Widerspruch“ gegenüber seiner Definition besteht.

Besonders wendet sich nun Christen gegen die von Küpferle und Lilienfeld gegebene Definition des Nenners der Dosisformel. Küpferle und Lilienfeld hatten erklärt, daß dieser Nenner „außerhalb des Bereiches eines jeden praktischen Anwendungsinteresses liegt“. Das kann logischerweise nach Ansicht Christens nichts anderes heißen, als daß es ohne Belang sei, die biologische Wirkung in einem Gewebe mit der biologischen Wirkung in einem anderen Gewebe zu vergleichen. Dieser Auffassung stehen entgegen die erfreulichen Erfolge, welche in den Arbeiten der Frauenkliniken in Freiburg und in Erlangen hinsichtlich der Messungen über das Verhalten der Sensibilitätskoeffizienten verschiedener Gewebe vorgenommen worden sind. Wenn sowohl Krönig und Friedrich als Seitz und Wintz mit einer für so schwierige biologische Fragen anerkennenswerten Übereinstimmung die längst gesuchten Verhältniszahlen für die Karzinomdosis, die Ovarialdosis, die Darmdosis usw. festgestellt haben (und zwar mit der von Lilienfeld und Küpferle bekämpften Messung am Ort der Wirkung), so darf man doch nicht behaupten, der Vergleich der biologischen Wirkungen der Röntgenstrahlen auf verschiedene Gewebe liege außerhalb eines jeden praktischen Anwendungsinteresses.

Christen bekämpft ferner die Anschauung von Küpferle und Lilienfeld, daß die Messung der Dosis auf der Haut der am Ort der Wirkung, d. h. in der Tiefe, vorzuziehen sei. Es ist sehr bedauerlich, daß die Messung in nächster Nähe des Ortes der Wirkung im Körper nicht überall möglich ist. Jedenfalls sollte man aber nach Ansicht Christens auf den Vorteil dieser Messung, da wo man sie vornehmen kann, nicht verzichten. *H. M.*

H. Wintz u. L. Baumeister. Neue Hilfsmittel zur Röntgen-Tiefentherapie. Aus der Universitäts-Frauenklinik Erlangen (Vorstand: Geheimrat Seitz). Mün. med. Woch. 1918, Nr. 38, S. 1050.

a) Härtemesser.

Die bekannten Härtemesser nach Wehnelt, Benoist u. a. sind für Messungen hoher Härtegrade nicht mehr geeignet, eine Messung bei stark gefiltertem Röntgenlicht kann überhaupt damit nicht mehr zuverlässig abgelesen werden.

Ein für Zwecke der Tiefentherapie recht brauchbarer Härtemesser wurde von den Autoren hergestellt. Bei ihm ist das Vergleichsfeld durch die Preßpapiermasse Pertinax gegeben, deren Durchlässigkeit in der dem Härtemesser gegebenen Dicke ungefähr 1 cm Wasser entspricht. Zum Vergleich wird eine Aluminiumtreppe herangezogen. Aluminium absorbiert bekanntlich die verschiedenen Qualitäten des weichen und harten Röntgenlichtes nicht gleichmäßig. Vielfach war die Annahme verbreitet, daß 1 mm Aluminium = 1 cm Wasser bzw. Weichteilschicht entspräche. Das ist jedoch nur bis zu einer bestimmten Strahlenhärte der Fall. In dem bei der Tiefentherapie üblichen Röntgenlicht ist dieser Härtegrad schon längst überschritten; es absorbiert das Aluminium hier viel weniger. Bei härtestem Röntgenlicht der praktisch homogenen Strahlung erzeugt bei der Spannung 170 000—180 000 Volt, filtriert durch 0,5 mm Zink, absorbiert das Aluminium nur noch entsprechend seinem Dichtigkeitswert, der 2,7 beträgt. Wir müssen also bei Verwendung homogener Strahlung (wir verstehen darunter eine Strahlung, die durch eine Gewebsdicke von 15 cm in ihrer Qualität nicht mehr verändert wird) 1 cm Wasser einem Aluminiumblech von 2,7 mm gleichsetzen. Mit Rücksicht darauf ist die Stufenfolge des Härtemessers so bemessen, daß seine höchste (4.) Stufe 2,7 mm Dicke hat, und eine homogene Strahlung ist dann vorhanden, wenn der Kontrollstreifen Pertinax in gleicher Weise von den Röntgenstrahlen durchdrungen ist wie die Stufe 4, d. h. die Aluminiumdicke 2,7. Die drei anderen Stufen des Aluminiums haben 1, 1,5 und 2 mm Dicke. Bei hartem ungefilterten Licht hat z. B. die Aluminiumstufe 1,5 gleiche Helligkeit wie das Pertinaxfeld (ein untergelegter Fluoreszenzschirm oder noch besser die photographische Platte zeigt das an), bei Filterung der Strahlen mit 5 mm Aluminium ist die 2 mm-Aluminiumstufe in der Helligkeit mit dem Vergleichsfeld gleich.

Den Hauptwert legen die Autoren in der Tiefentherapiepraxis eigentlich nur auf die Feststellung des Vorhandenseins homogener Strahlung mittels dieses Instrumentes. Die anderen Abstufungen sollen nur die Möglichkeit der Feststellung darlegen, wie die Härte der Röntgenstrahlung stufenweise zunimmt.

b) Hochspannung am Bestrahlungstisch.

Bei den hohen Spannungen, die die moderne Tiefentherapie verlangt, kommt für die Entstehung giftiger Gase in fast ebenso großem Maße wie die offenen Funkenstrecken die ausstrahlende Hochspannungsleitung mit ihren dunklen Entladungen in Betracht. Diese können weitgehend verringert werden, wenn anstelle der bisher üblichen Drähte polierte Röhren benutzt werden und wenn diese auf die geringmöglichste Länge beschränkt werden. Eine derartige Anordnung, welche dieser Forderung gerecht wird, wurde von den Autoren angegeben.

c) Die elektrisch gezündete Gasflamme am Regenerierhahn.

Da für den Betrieb des Regenerierautomaten die schlechte Beschaffenheit des Leuchtgases sowie der wechselnde Druck desselben sich häufig störend bemerkbar machte, so wurde von den Autoren eine Vorrichtung angegeben, durch welche es gelingt, die Regenerierflamme auf elektrischem Wege zur Zündung zu bringen. Durch diese technisch recht einfach zu gestaltende Änderung wird der Betrieb mit dem Regenerierautomaten wesentlich vereinfacht und verbessert. Die Firma Müller-Hamburg stellt die selbsthärtende Siederöhre mit der elektrischen Zündung her. *H. M.*

Dr. Th. Christen. Ersatz für Sonnenlicht. Aus der Strahlenforschungsstelle der Reiniger, Gebbert und Schall A.-G. in München. D. med. Woch. 1917, Nr. 50, S. 1558.

Der Autor, der das Verdienst für sich in Anspruch nehmen kann, die theoretischen und wissenschaftlichen Grundlagen für unsere Röntgentiefentherapie geschaffen zu haben, auf denen sich unser praktisches Handeln erst aufbauen konnte, scheint auch auf dem Gebiete der Lichttherapie als Bahnbrecher vorzugehen, wie aus der vorliegenden außerordentlich klaren und wertvollen Arbeit hervorgeht.

Mit vollem Recht weist er darauf hin, das die als Ersatz für das oft schwer erhältliche Sonnenlicht vornehmlich verwendete Quecksilberdampflampe merkwürdigerweise das Prädikat „künstliche Höhensonne" führt, obwohl es kaum ein Spektrum gibt, das dem Sonnenspektrum so wenig ähnlich ist wie gerade das des Quecksilberdampfes. Die ganz außerordentlich großen Unterschiede zwischen dem Sonnenlicht und der sog. künstlichen Höhensonne sind folgende: 1. Das Sonnenlicht hat ein kontinuierliches Spektrum, das Quecksilberlicht dagegen ein diskontinuierliches, d. h. ein Linienspektrum. 2. Beim Quecksilberspektrum, besonders wenn die Quecksilberlampe aus Quarzglas hergestellt ist, bildet die violette und ultraviolette Strahlung einen weit größeren Anteil der Gesamtstrahlung als beim Sonnenlicht. 3. Bei der Quecksilberquarzlampe setzt sich das Spektrum bis zu viel kürzeren Wellenlängen fort als beim Sonnenlicht. Die kürzesten nachweisbaren Wellenlängen des Sonnenlichtes im Hochgebirgssommer liegen zwischen 0,3 und 0,29 μ, bei der Quecksilberlampe dagegen bei 0,22 μ. Führt man, wie Christen es tut, für die Spektralgruppe 0,4—0,29 μ die Bezeichnung „Ultraviolett I" und für die Spektralgruppe 0,29—0,22 μ die Bezeichnung „Ultraviolett II" ein, so folgt aus dem obigen, daß das Ultraviolett I in beiden Lichtarten enthalten ist, daß dagegen das Ultraviolett II, an dem die Quarzlampe so außerordentlich reich ist, im Sonnenlicht vollständig fehlt.

Damit soll selbstverständlich nicht gesagt sein, daß das äußere Ultraviolett II therapeutisch ohne Bedeutung ist. Es ist sehr gut möglich, daß gerade für dessen spezifische Reizwirkung — da das Ultraviolett II unter natürlichen Verhältnissen den Organismus nie trifft, so ist es leicht verständlich, daß er diese Strahlen als ungewohnten Reiz empfindet und mit entsprechender Reaktion darauf antwortet — bestimmte Indikationen

herausgearbeitet werden, für die ohne Zweifel das Fabrikat der Quarzlampengesellschaft Hanau vorzüglich geeignet ist. Diese Indikationen scheinen sich hauptsächlich auf Lokalwirkungen zu beschränken: oberflächliche Entzündung, Pigmentbildung, günstiger Einfluß auf bestimmte Dermatosen, Reinigung torpider Geschwüre, Anreiz zur Epithelbildung. Aber all diese Wirkungen darf man nicht mit der Sonnenwirkung in Beziehung setzen, da die Sonne die Strahlen, auf denen diese Wirkung im wesentlichen beruht, ja gar nicht enthält.

Wollen wir nun eine Lichtquelle schaffen, die therapeutisch das gleiche leistet wie die Sonne, so müssen wir vor allem dafür sorgen, daß das Ersatzlicht so genau wie möglich das gleiche Spektrum aufweist wie die Sonne und daß es auch die gleiche Intensität erreicht wie die Sonne.

Diese Bedingung konnte Christen erfüllen durch Verwendung einer Metallfadenlampe von möglichst hoher Glühtemperatur, die umgeben ist von einem Glas, dessen Durchlässigkeit nach der Seite der kürzesten Wellenlängen bis zur Wellenlänge von 0,29 μ herunterreicht.

Das mit dieser Lampe erzeugte Spektrum weicht insofern etwas vom Sonnenlicht ab, als das Intensitätsmaximum des Spektrums etwas nach den größeren Wellenlängen gerückt ist und der Anteil an ultravioletter Strahlung um ein weniges geringer ist. Diese Abweichungen sind aber so gering, daß sie praktisch ohne Belang sind. Daß eine 1000 kerzige Metallfadenlampe in 20 cm Entfernung ungefähr die gleiche Strahlungsintensität erzeugt wie die Hochgebirgssonne an einem hellen Sommertag, wurde von Christen rechnerisch ermittelt; die Intensität der neuen Lichtquelle war also von der gleichen Größenordnung wie die Intensität der Sonnenstrahlen.

So ist es möglich, mit dieser Strahlenquelle ein Lichtbad zu verabfolgen, das sich von dem richtigen Bergsonnenbad grundsätzlich in keiner Weise unterscheidet. Dreierlei wird damit gewährleistet.

1. Der Patient liegt völlig nackt an der freien Luft und friert trotzdem nicht, falls er vor etwaigem kaltem Wind oder Regen geschützt wird. 2. Die Schweißverdunstung ist durchaus unbehindert im Gegensatz zu den bisher üblichen Kastenlichtbädern, die hauptsächlich durch Wärmestauung und Behinderung der Schweißverdunstung wirkten. 3. Der dem Sommersonnenlicht annähernd entsprechende Anteil an ultravioletter Strahlung gewährleistet eine richtige, d. h. den natürlichen Verhältnissen angepaßte Dosierung dieses speziellen Heilfaktors. *H. M.*

Dr. Disqué, Potsdam. Moderne Lichtbehandlung in der ärztlichen Praxis (Quecksilberquarzlampe, Aureollampe). Th. d. G. 1917, S. 356.

Der Autor benutzt zur Lichtbehandlung 2 Aureollampen, eine Quecksilberquarzlampe (künstliche Höhensonne) und einen Bogenlichtscheinwerfer. Er war demnach in der Lage, die Wirkung dieser Lichtheilapparate zu vergleichen.

Für die Wundbehandlung, für die Totalbestrahlung des ganzen Körpers bei Anämie, allgemeiner Körperschwäche, Rachitis, Lungentuberkulose.

Skrophulose, ferner für die Bestrahlung von Neuralgien, Gicht und Rheumatismus wirkt das Bogenlampenlicht des Scheinwerfers und vor allem die Aureollampe am besten, weil in denselben auch die tiefer dringenden, gelbroten, langwelligen Strahlen vorhanden sind, welche dem Quecksilberquarzlicht fehlen. Das letztere verdient bei der Behandlung der Hautkrankheiten den Vorzug wegen seines Gehaltes an äußeren ultravioletten Strahlen, die zwar nicht sehr in die Tiefe gehen, aber besonders auf die äußere Haut chemisch intensiv einwirken.

Die Bestrahlungszeiten mit der Aureollampe sind 5—30 Minuten (im Anfange 5 Minuten, dann jedesmal um 5 Minuten steigend) aus einer Entfernung von 30 cm bis 1 m. Die Bestrahlung mit der Quecksilberlampe muß eine kürzere und die Entfernung vom Körper eine größere sein als bei der Aureollampe und der Bogenlampe. Hier beginnt der Autor mit 3 Minuten bei einer Entfernung von 1 m und verlängert nach und nach die Zeit bei kürzerer Entfernung. Zu beachten ist, daß neue Quecksilberquarzbrenner viel intensiver wirken als solche, welche schon lange Zeit im Gebrauche waren. *H. M.*

Strahlentherapie in der Gynäkologie.

A. Döderlein. Ergebnisse der Radikaloperation und der Strahlenbehandlung des Zervix-Karzinoms. Mon. f. Geb. u. Gyn. Bd. 46, H. 1, S. 51.

Als Maßstab für die Beurteilung des Wertes der Strahlenbehandlung des Krebses dient in erster Linie der Vergleich mit der Dauerheilung nach Uterusexstirpation.

Die Gesamtzahl der vom 1. I. 1908 bis 31. XII. 1912 der Münchener Klinik wegen Zervixkarzinom zugegangenen Kranken betrug 265. Von diesen wurden 167 (Operabilitätsziffer: 63,02%) operiert und davon leben nach jetziger Feststellung noch 54. Das ergibt eine absolute Heilung von 20,4%!

Vergleicht man nun mit diesen Ergebnissen der operativen Therapie die Resultate der Strahlentherapie, so ergibt sich folgendes:

Vom 1. I. 1913 bis 30. VI. 1914 wurden insgesamt 205 Fälle von Cervixkarzinom mit Radium behandelt. Die Beobachtungszeit erstreckt sich also von 4—2½ Jahre. Von diesen 205 Kranken wurde bei der in den letzten Wochen durchgeführten Nachuntersuchung in 41 Fällen subjektives und objektives Wohlbefinden festgestellt und es konnten bei der Untersuchung keinerlei Karzinomherde gefunden werden. Gestorben sind 153. Bei 11 Frauen war keine Nachricht zu erlangen bzw. der Befund unbestimmt.

Aus diesen Zahlen ergibt sich eine Heilungsziffer von 20%, eine Zahl, welche der oben angegebenen, durch die erweiterte abdominelle oder vaginale Totalexstirpation erreichbaren Heilziffer gleichkommt. Die Bewertung der Strahlentherapie gegenüber der operativen erscheint aber heute weniger durch solche der Zukunft vorzubehaltende zahlenmäßige Feststellungen gegeben als vielmehr dadurch, daß auch Fälle durch die Strahlenbehandlung bis zur vorläufigen Heilung beeinflußt werden konnten,

bei denen das Zervixkarzinom so ausgebreitet war, daß die Inangriffnahme einer Radikaloperation vollkommen ausgeschlossen war.

Döderlein hat sein Material in 4 Klassen geteilt, um die spätere Beurteilung damit zu ermöglichen.

In Gruppe I sind diejenigen Fälle eingereiht, bei denen sich ein Karzinom der Zervix findet, das nach der klinischen Untersuchung als operabel bezeichnet werden konnte. Von diesen 41 Frauen leben zurzeit noch 20, 17 sind gestorben, bei einer ist der Befund unbestimmt und 2 sind nicht mehr erreichbar.

Die II. Gruppe von 62 Fällen umfaßt solche Fälle, bei denen nach der Ausbreitung des Karzinoms die Operation entweder überhaupt nicht oder nur mit dem Vorbehalt einer Explorativlaparotomie hätte ins Auge gefaßt werden können. Von diesen 62 Frauen leben 13, 45 sind tot, eine ist noch unbestimmt und 3 sind nicht erreichbar.

In der III. Gruppe sind 63 Fälle, bei denen der Aufnahmebefund eine derartige Ausbreitung des Karzinoms ergab, daß jeder radikale operative Eingriff unmöglich gewesen wäre. Von diesen leben 8, 51 sind tot, bei 2 ist der Befund unsicher und 2 sind nicht erreichbar.

Die IV. Gruppe umfaßt 40 Fälle, die in so elendem Zustande kamen, daß auch die Strahlenbehandlung von vornherein aussichtslos war und lediglich aus palliativen Gründen ausgeführt wurde. Diese Frauen sind alle tot.

Mit besonderem Nachdruck weist Döderlein auf die Überlebenden aus 2. und 3. Gruppe hin, die eine unzweifelhafte Überlegenheit der Strahlenbehandlung über die operative dartun.

Von besonderem Interesse ist die von Döderlein angewandte Technik, die im Laufe der Jahre mehrfache Änderungen und Verbesserungen erfahren hat.

Nach Krönigs Vorgang ist Döderlein zur Verwendung großer Dosen Radium in der Art der Kreuzfeuerwirkung übergegangen. Die Klinik besitzt 400 mg Mesothorium und 100 mg 96-proz. Radiumbromid. Die Behandlung beginnt mit einer möglichst radikalen Auslöffelung des Karzinoms. Blumenkohltumoren werden, wenn angängig, durch Portioamputation entfernt. Es ist nötig, daß man große Karzinommassen nicht einfach der Einschmelzung durch die strahlenden Substanzen überläßt, sondern sie durch diese operativen Eingriffe vorher beseitigt.

Wenige Tage später wird die Strahlenbehandlung begonnen, und zwar damit, daß mittels der von Döderlein angegebenen Kolpeurynther 100 mg Radium 12—24 Stunden lang in die Scheide oder in den Zervixkrater eingelegt werden und gleichzeitig während 12 Stunden 400 mg, an mehreren Stellen des Abdomens verteilt, in einer Entfernung von 5 cm von der Haut aufgelegt werden. Diese Sitzungen werden in 3wöchentlichen Pausen so lange wiederholt, bis nach dem örtlichen Befund die Behandlung bei wiederholter Untersuchung als abgeschlossen bezeichnet werden kann. Danach wird die Kranke alle 4 Wochen zur Nachuntersuchung bestellt und bei dem geringsten Verdacht auf Wiederentwicklung von Karzinom die Behandlung wiederholt.

Döderlein kommt zu dem Schluß, daß man mit vollem Vertrauen

die bisherigen Versuche mit der Radiumbehandlung fortsetzen kann, die die Abkehr von der Radikaloperation der Uteruskarzinome rechtfertigt.

H. M.

A. Döderlein. Krebsheilung durch Strahlenbehandlung. Aus der Kgl. Universitäts-Frauenklinik zu München. A. f. Gyn. Bd. 109, H. 3.

Gegenüber dem immer noch ablehnenden Standpunkt der Chirurgen mehren sich jetzt unter den Gynäkologen die Anhänger der ausschließlichen Strahlenbehandlung des Karzinoms unter Aufgabe der operativen Eingriffe, und bezeichnenderweise sind es in erster Linie diejenigen, die nunmehr über mehrjährige und ausgedehntere Erfahrungen verfügen und die selbst in früherer Zeit genug Karzinomoperationen ausgeführt haben, um aus eigener Anschauung die operativen Erfolge kennen und die Vor- und Nachteile der so verschiedenen Behandlungsarten genau einzuschätzen vermögen.

Bumms Erfolge, die sich allerdings nur bis zu dreijähriger Beobachtungsdauer erstrecken, haben ihn schon in der Bewertung der Strahlentherapie so gefestigt, daß er jetzt nur mehr auf Grund besonderer Indikationen oder Komplikationen Genitalkrebse operiert; Seitz hat jetzt den gleichen Standpunkt eingenommen, während Döderlein und Krönig von Anfang an die Bestrahlung aller Karzinome im festen Vertrauen auf ihre Wirkung der operativen Behandlung vorgezogen haben.

Döderlein ist jetzt in der Lage, seine sich nunmehr auf 4—5 Jahre erstreckenden Erfahrungen mit der ausschließlichen Strahlenbehandlung des Kollumkarzinoms mitzuteilen, und zwar berichtet er über 205 Kollumkarzinome, die vom 1. Januar 1913 bis 30. Juni 1914 in seiner Klinik beobachtet wurden. Bei der neuerdings wieder durchgeführten Nachuntersuchung dieser Frauen ergab sich, daß von ihnen noch 40 leben, die keinerlei subjektive oder objektive Karzinomerscheinungen darbieten. Gegenüber der vorjährigen Veröffentlichung (vgl. vorstehendes Referat), in welcher von diesen 205 Kranken 41 als vorläufig geheilt angegeben wurden, hat sich das Ergebnis also nicht mehr wesentlich geändert.

Will man lediglich die Zahlen sprechen lassen, dann würde sich aus dem Material ein Heilungsergebnis von Halskarzinomen des Uterus von 20% ergeben und da dieselbe Durchschnittsheilung von 20% auch für das operative Verfahren bezeichnet werden darf, so scheinen somit die Ergebnisse der beiden Heilmethoden ganz gleich zu sein. Es wäre das ein für die Anhänger der Strahlentherapie eigentlich recht bemühendes Ereignis. Und doch wäre es ganz falsch, dies zuungunsten der Strahlenbehandlung zu verwerten.

Zunächst ist daran zu erinnern, daß die rein statistische Betrachtung leicht zu Trugschlüssen Anlaß geben kann. Im Gegensatz zu Bumm, der mit einer Heilziffer von 53,54 % unter 155 bestrahlten Kollumkarzinomen die Döderleinschen Resultate weit zu übertreffen scheint, hat Döderlein nach den wichtigen Winterschen Grundsätzen diese nicht nur auf die Bestrahlten, sondern auf alle zugegangenen Kranken gerechnet, also auch diejenigen, die gar nicht mehr bestrahlt werden konnten,

in die Statistik mit einbezogen und gerade dadurch ist es begründet, daß das Endresultat verhältnismäßig ungünstiger wurde.

Nach dem Bekanntwerden der neuen Behandlungsart nach dem Hallenser Kongreß, war es eine ganz selbstverständliche Folge, daß nunmehr die Krebskranken in großer Zahl den Kliniken zuströmten und daß gerade zu Beginn der Behandlungszeit — und aus dieser Zeit stammen die der Statistik zugrunde gelegten Fälle — sehr viel schlechte und unheilbare Fälle darunter waren. So fanden sich unter den 205 Fällen, die während dieser Zeit beobachtet wurden, nur 40 operable Kranke; das würde eine Operabilitätsziffer von 20 % ergeben. Vergleicht man damit die Operabilitätsziffer der Karzinome in den Jahren 1908—1912 bei grundsätzlich gleicher Beurteilung des Untersuchungsbefundes, die zwischen 53,7 und 75,7 % schwankte, so ergibt sich daraus der große Unterschied in der Qualität des Karzinommaterials der Klinik. Im günstigsten Falle hätte Döderlein also bei 20 % Operabilität mit etwa 10 % absoluter Heilung durch die Operation rechnen können, also nur etwa die Hälfte der Frauen durch Operation geheilt, die er jetzt durch Bestrahlung bei 4—5jähriger Beobachtungsdauer als geheilt bezeichnen konnte.

In seiner Technik hat Döderlein keine Änderung mehr durchgeführt, zumal er bei der jetzigen Ausbildung seiner Methodik mit Hilfe der Kolpeurynter niemals mehr Nebenschädigungen beobachtete. Es wird noch vielfach die Entstehung von Fisteln, von Rektumtenesmen, von schweren Allgemeinerscheinungen der Behandlung an sich zur Last gelegt und damit über sie der Stab gebrochen, als ob diese Nachteile unvermeidlich wären. Das ist ein großer Fehler. Die Krebsbehandlung mit der Strahlensubstanz ist heute in der glücklichen Lage, diese Kinderkrankheiten überwunden zu haben.

Was nun weiter die übrigen Karzinome anlangt, die Döderlein behandelt hat (das gesamte Karzinommaterial seit dem 1. Januar 1913 beläuft sich auf 1129 Fälle, unter denen sich 860 Kollumkarzinome befinden), so ist hier die zur Bewertung nötige Beobachtungsdauer von 5 Jahren noch nicht abgelaufen.

Die bis jetzt vorliegenden Erfahrungen berechtigen aber zu der Annahme, daß sowohl die Rektum- wie die Mammakarzinome zum mindesten ebenso günstig, wenn nicht vielleicht sogar günstiger als die Kollumkarzinome gegenüber der Bestrahlung sich verhalten. Ebenso hat er bei den Vulvakarzinomen, bei den Scheiden- und Korpuskarzinomen durchaus ermutigende Erfolge erzielt, während bei den Ovarialkarzinomen mittels Radiumtherapie gar keine Wirkung zu beobachten war. Ebenso ungünstige Erfahrungen wurden mit der Behandlung der nach Totalexstirpation des Uterus aufgetretenen Rezidive gemacht. Döderlein ist der Ansicht, daß die Operation insofern von einschneidendem Einfluß auf die Ausbreitung des Rezidivs ist, als hier häufig durch eine Aussaat von Krebszellen in der Wunde das Rezidiv veranlaßt wird und er möchte doch denjenigen, die bisher noch Anhänger der operativen Entfernung der Karzinome sind, zu bedenken geben, ob sie nicht im Falle des Mißlingens der vollkommenen operativen Entfernung des Krebsgewebes mehr Schaden als Nutzen durch den Eingriff stiften. *H. M.*

E. Opitz. Über stark gefilterte Röntgen- und Radiumstrahlen. Aus der Universitäts-Frauenklinik in Freiburg. Med. Kl. 1918, Nr. 38, S. 925 und Nr. 39, S. 953.

Opitz wendet sich gegen die neuerdings von Franqué, Heinemann, Kirstein u. a. gegenüber der in Freiburg und Erlangen geübten Methode der Röntgentherapie mit stark gefilterten Röntgenstrahlen erhobenen Vorwürfe und stellt im Gegensatz dazu fest, daß in Freiburg mit diesen stark gefilterten Strahlen während der ganzen Zeit ihrer Anwendung nicht ein einziger Fall beobachtet worden ist, der ähnliche Schädigungen, wie die von den genannten Autoren veröffentlichten Fälle sie aufweisen, gezeigt hat.

Wer mit der Freiburger Methode Schaden anrichtet, tut das, weil er sich mit dem Wesen der Behandlung nicht genügend vertraut gemacht hat. Den Schaden der Methode selbst zur Last zu legen, ist unberechtigt, und ein Unrecht gegen Krönig, dessen Verdienst um die Sache nicht genug gewürdigt werden kann.

Die Grundlagen, auf denen sich die Freiburger Methode aufbaut, sind physikalischer und biologischer Art. Was zunächst die Filterung der Strahlen anlangt, so hat die Erfahrung gelehrt, daß Röntgenstrahlen der Coolidgeröhre, welche 16 mm Aluminium oder 1 mm Kupfer durchsetzt haben, praktisch homogen geworden sind. Da Tiefentherapie um so erfolgreicher betrieben werden kann, je homogener die Strahlung ist, so wurde im allgemeinen für die Bestrahlung ein 1 mm dickes Kupferfilter genommen; nur bei mageren Personen, bei denen der Abstand von der Haut zum Krankheitsherd geringer ist, wurden dünnere Filter wie 10 mm Aluminium oder $^1/_2$ mm Kupfer gewählt.

Weiter ist von Bedeutung die Größe der zu wählenden Hautfelder. Es ist ja bekannt, daß bei dem Durchtritt und der Absorption der Strahlen im Gewebe Sekundärstrahlen entstehen, die sich der Wirkung der primären Strahlen hinzuaddieren. Krönig und Friedrich haben nun gezeigt, daß diese Sekundärstrahlung sehr erhebliche Beträge erreichen kann, daß sie aber abhängig ist von der Größe des bestrahlten Feldes — allerdings nur bis zu einer gewissen Grenze, über die hinaus eine weitere Vermehrung der Sekundärstrahlung nicht mehr eintritt. Bei kleinen Feldern ist die Sekundärstrahlung verhältnismäßig unbeträchtlich, bei einer Feldgröße von 15 : 15 beträgt sie aber senkrecht unter der Mitte des Feldes in 8 cm Tiefe etwa das Dreifache der durch Rechnung (d. h. durch Ermittlung der Absorption und Dispersion) festgestellten Strahlenmenge. Der Dosenquotient wird also um so günstiger, je größer das zur Bestrahlung verwandte Feld ist. Es wurden infolgedessen die Feldgröße 15 : 15 cm gewählt, und zwar gelang es, mit nur zwei Feldern, je eines vom Rücken und vom Bauch aus, die Karzinomdosis an das Uteruskarzinom heranzubringen. Damit ist der Vorteil verbunden, daß jetzt weniger Gewebsmassen (Muskeln, Darm usw.) bis zur Erreichung der Volldosis durchstrahlt werden als wenn man mit mehr, aber dann natürlich kleineren Feldern das gleiche Ziel erreichen will.

Im Hinblick auf die Tatsache, daß man ein um so günstigeres Verhältnis zwischen der Haut- und der Tiefendosis erhält, je weiter die

Strahlenquelle von der Haut entfernt ist, wurde ein sehr weiter Fokushautabstand, nämlich ein solcher von 50 cm gewählt. Dabei ist das Verhältnis der Lichtmenge an der Oberfläche zu der in einer Tiefe von 10 cm gleich 25 : 36 oder abgerundet 5 : 7, also wesentlich günstiger als bei dem früher angewandten Fokushautabstand von 20 cm, wo dieses Verhältnis 4 : 9 beträgt, wo also mehr als die Hälfte der Strahlen durch Dispersion verloren geht.

Von besonderem Interesse sind ferner die Gesetzmäßigkeiten der biologischen Wirkungen der Strahlen, die nach den experimentellen Untersuchungen von Krönig und Friedrich sich in folgende Sätze zusammenfassen lassen:

1. Die biologische Wirkung der Strahlen ist abhängig von der Menge des im Gewebe absorbierten Röntgenlichtes. 2. Sie ist innerhalb weiter Grenzen unabhängig von der Härte der Strahlen. 3. Die Wirkung ist stärker, wenn wir die Dosis auf einmal verabfolgen, als wenn wir sie in längeren Pausen verzettelt geben (Gesetz der verzettelten Dosis). 4. Die Wirkung ist stärker bei gleicher Dosis, wenn wir mit höherer Intensität kurze Zeit, als mit wachsender Intensität lange Zeit bestrahlen (Schwarzschildsches Gesetz).

Daraus ergibt sich für die Praxis das Gebot, eine möglichst intensive Strahlung zu verwenden und die nötige Strahlenmenge möglichst in einer Sitzung zu verabreichen.

Sehr wesentlich ist, daß bei der Bestrahlung ein zuverlässiges Meßverfahren angewandt wird, das in einem besonders gestalteten Iontoquantimeter gefunden wurde. Als Maßeinheit ist von Friedrich das „e" eingeführt. Wir verstehen darunter diejenige Menge Röntgenlichtes, die in 1 ccm Luft durch Ionisation eine Elektrizitätsmenge von einer elektrostatischen Einheit bei Sättigungsstrom befördert, wobei unter „elektrostatische Einheit" diejenige Elektrizitätsmenge verstanden wird. die einen Leiter von der Kapazität 1 auf die Einheit des Potentials (300 Volt) auflädt.

So gemessen beträgt die Hautdosis 170 e Röntgenlicht oder Radiumlicht. Als Hautdosis oder Erythemdosis wird in der Freiburger Klinik diejenige Menge Röntgenlicht bezeichnet, welche bei einmaliger Anwendung hinreicht, um eine leichte Rötung der Haut, ein Erythem ersten Grades, zu erzielen. Seitz und Wintz bezeichnen etwas anderes als Erythemdosis. Sie verlangen leichte Bräunung der Haut, zu der etwas weniger Röntgenlicht erforderlich ist, deshalb stimmen die Angaben der Freiburger und Erlanger Klinik in diesem Punkte nicht ganz überein.

Die Ovarialdosis wurde von Krönig und Friedrich zu 35 e bestimmt, so daß der relative Wert der Haut- und Ovarialdosis 1 : 5 beträgt. Die Karzinomdosis, die bei nicht zu weit fortgeschrittenen. nicht kachektischen Fällen von Mammakrebs festgestellt wurde, beträgt 150 e, ist also um ein geringes kleiner als die Hautdosis (170 e).

Die Hauptsache ist nun aber, daß man genaue Messungen der verabfolgten Strahlenmenge am Ort der Wirkung mit dem Iontoquantimeter vornimmt, wodurch die Möglichkeit besteht, mit genügender Sicherheit die beabsichtigte Wirkung mit der jeweils geringsten Menge Röntgen-

lichtes, d. h. unter möglichst geringer Schädigung der Kranken zu erzielen.

Von praktischer Wichtigkeit ist die Frage, wann die Reaktion der Haut auf eine Bestrahlung so weit abgeklungen ist, daß man ohne Schaden von neuem bestrahlen darf. Wenn man mit ultraharten Strahlen der Haut die Hautdosis ganz oder nahezu verabreicht, so muß man es vermeiden, vor einem halben Jahr die gleiche Stelle wieder zu bestrahlen. Diese Hautdosis liegt, wie erwähnt, bei 170 e, was etwa 50—60 X im Durchschnitt entsprechen dürfte. Man sieht hier also einen wesentlichen Unterschied gegenüber der früher meist üblichen Bestrahlungsart mit 3—4 mm Aluminiumfilter, wo man vielfach ohne Schaden weit schneller, oft schon nach $2^1/_2$—3 Wochen, wieder bestrahlt hat. Bei Verwendung stark gefilterter Strahlung liegt die Sache anders, und der Autor empfiehlt die in der Freiburger Klinik beobachtete Vorsicht aufs dringendste.

Von Interesse ist die Anschauung des Autors über die Wirkungsweise der Strahlen auf das Karzinom, besonders bezüglich der Frage der verschiedenen Röntgenempfindlichkeit der Krebse. Opitz meint, daß die Strahlen nicht so sehr die Krebszellen abtöten, sondern sie schädigen den Krebs bei richtiger Dosierung stärker als das Bindegewebe, so daß jetzt die geschädigten Krebszellen dem kräftiger wachsenden Bindegewebe unterliegen. Man muß sich vorstellen, daß der Krebs als Kampf zwischen den eindringenden Karzinomzellen und dem befallenden Gewebe, vor allem dem Bindegewebe, sich abspielt. Hat dieses unter der Strahlenwirkung die Oberhand, dann werden — wie wir im histologischen Präparat sehen können — die Krebszellen vom Bindegewebe umwuchert und am weiteren Vordringen durch dicke Bindegewebszüge gehindert. Solche abgeschnürte, eingemauerte Krebszellen können allmählich ganz zugrunde gehen, dann ist der Krebs als geheilt anzusehen, sie können aber auch gelegentlich nach längerer Latenz, wie etwa Grawitzsche Schlummerzellen, zu neuem für den Träger verderblichen Leben erwachen. Ist der Träger des Karzinoms nun aber schon kachektisch oder ist primär die angewandte Strahlenmenge zu groß, so wird örtlich das Bindegewebe sowie allgemein der ganze Organismus in seiner Lebens- und Widerstandskraft so schwer geschädigt, daß die Karzinomzellen das Übergewicht über das Bindegewebe behalten und nun erst recht schnell weiterwachsen. Von Bedeutung für die verschiedene Röntgenempfindlichkeit der Krebse ist daher vor allem das Allgemeinbefinden. Bei Krebskachexie, die durch Röntgenkachexie verstärkt wird, ist eine Abtötung der Karzinomzellen nicht mehr zu erwarten, denn es gibt dann keine genügend kräftigen Gewebe mehr, die das besorgen.

Was nun weiter die Radiumtherapie anlangt, so bespricht der Autor vor allem die in der Praxis beobachteten Schädigungen und die Mittel, sie zu vermeiden. Opitz ist der Ansicht, daß die in der Therapie benutzten Radiumpräparate vielfach nicht emanationsdicht sind, und daß die infolgedessen in des Gewebe frei austretende Radiumemanation, welche stark ätzend wirkt, in vielen Fällen an den beobachteten Schädigungen schuld ist. Manchmal ist das Radiumsalz nicht in besonderen Glasröhrchen, sondern lose in das Metallröhrchen des Trägers eingefüllt; die Verschraubung läßt dann die Emanation austreten. Es ist

daher dringend notwendig, die Radium- und Mesothoriumträger auf den Austritt der Emanation hin zu prüfen. In der Freiburger Klinik wurden die Metallröhrchen teils in Glas eingeschmolzen, teils mit Lack überzogen, um damit die Emanation sicher fernzuhalten.

Um den Mastdarm zu schützen, muß derselbe durch Tamponade möglichst weit vom Strahlenkörper abgedrängt werden. Die Seltenheit der Darmschädigungen bei Döderlein dürfte auf seine Methode der Kolpeuryse, bei der der Mastdarm weit vom Radiumträger entfernt wird, zurückzuführen sein. Nach dem Vorgange Forsell-Heymans wird jetzt, aus demselben Grunde, in der Freiburger Klinik auch bei Kollumkarzinomen das Radium stets intrauterin eingelegt.

Was schließlich die Erfolge der Radiumtherapie der Krebse anlangt, so ist zum Pessimismus, wie ihn z. B. H. E. Schmidt vertritt, gar kein Anlaß. Es ist jetzt schon sicher, daß mit Radium bzw. Mesothorium allein schon eine ganze Reihe von Karzinomen geheilt sind, d. h. jetzt schon über fünf Jahre seit der ersten Bestrahlung kein Zeichen von Karzinom mehr aufweisen. *H. M.*

Erich Opitz. Zur Technik der gleichzeitigen Radium- und Röntgenbestrahlung. Aus der Freiburger Universitäts-Frauenklinik. Zbl. f. Gyn. 1918, Nr. 45, S. 789.

Opitz tritt für die gleichzeitige Anwendung der Radium- und Röntgenstrahlen bei der Behandlung des Krebses ein, ausgehend von der Überlegung, daß die Reizwirkung des Radiums auf die entfernter gelegenen Tumorzellen eines Uteruskarzinoms ausgeschaltet und vermittelst der Röntgenstrahlen in eine heilende Wirkung umgewandelt werden müsse. Die Technik gestaltet sich so, daß sowohl die Radiumdosis sowie auch die Röntgenstrahlendosis möglichst in je einer Sitzung appliziert werden und daß diese beiden Sitzungen (Röntgen- und Radiumbestrahlung) mit möglichst geringem Zeitunterschiede aufeinanderfolgen. So wird die ganze Strahlendosis, mit der der gewünschte Erfolg erzielt werden kann und die mittels des Iontoquantimeters am Orte der Wirkung, d. h. durch Einführung der Graphitiontoquantimeterkammer in die Scheide, gemessen wird, auf eine möglichst kurze Zeit zusammengedrängt. — Nach Applikation der vollen Karzinomdosis tritt eine längere Pause von $^1/_2$ Jahr ein.

Die einmalige Anwendung wirksamer Dosen hat nach Ansicht der Freiburger Klinik insofern einen Vorteil, als öfters wiederholte Bestrahlungen auf gesundes Gewebe stärker schädigend einwirken als eine einmalige, entsprechend hohe Dosis. Opitz vertritt die Anschauung, daß man die Wirkung der Strahlen auf das Karzinomgewebe nicht so auffassen darf, daß direkt durch die Strahlen die Geschwulstzellen vernichtet werden, sondern nur in der Weise, daß sie in den Kampf zwischen Geschwulstzellen und benachbartem gesunden Gewebe zu Gunsten des letzteren eingreifen. Es ist nun zu hoffen, daß man in dieser Beziehung mit einer auf kurze Zeit zusammengedrängten einmaligen Behandlung mit hohen Dosen besseres erreicht als durch Verzettelung der Dosen in verschiedenen Sitzungen und daß man vor allen Dingen dem gesunden Gewebe noch gründlicher die Oberhand verschafft, wenn man nach der einmaligen Bestrahlung eine lange Pause eintreten läßt.

Bisher hat Opitz von dieser Behandlungsweise den Eindruck gewonnen, daß die Karzinomwucherungen sich viel schneller zurückbildeten als man das früher beobachten konnte. Andererseits sind Schädigungen, abgesehen von leichten Darmreizungen, nicht eingetreten.

Die Darmreizungen sind aber nicht als Zeichen unmittelbarer Strahlenwirkung aufzufassen, sondern als Folge einer allgemeinen Giftwirkung, da sie ebensogut bei Bestrahlungen anderer Körperteile, z. B. der Brust, der Glieder usw. beobachtet werden. *H. M.*

Seitz u. Wintz. Grundsätze der Röntgenbestrahlung des Gebärmutterkrebses und des Karzinoms im allgemeinen. Die Karzinomdosis. Aus der Universitäts-Frauenklinik Erlangen. Mün. med. Woch. 1918, Nr. 4, S. 89.

Die außerordentlich bedeutungsvollen Ausführungen der Autoren haben für die Strahlentherapie der Krebse grundlegende Bedeutung.

Die Fragestellung bei der praktischen Bekämpfung des Krebses durch die Strahlen ist eine zweifache:

1. Welche Strahlenmenge ist erforderlich, um die Krebszellen abzutöten oder mit anderen Worten: wie groß ist die Karzinomdosis?
2. Wie ist es möglich, jeweils an allen Karzinomzellen, nicht nur an einem Teile, die wirksame Strahlenmenge zu vereinigen?

Die Karzinomdosis wurde bestimmt in erster Linie an exulzerierten, nicht mehr von gesunder Haut bedeckten Krebsen, z. B. Vulva- und Mammakarzinom. Durch nachträgliches Ausschneiden und mikroskopische Untersuchung des Stückes ließ sich dann feststellen, ob und bis in welche Tiefe die Karzinomzellen abgestorben waren. Die Messung der Dosis wurde mit Hilfe der elektrometrischen Methode in Form eines von den Autoren abgeänderten Iontoquantimeters ausgeführt.

Zur Bestimmung der Karzinomdosis wurde die Reaktion der Haut als biologische Maßeinheit gewählt, Die Erythemdosis, welche die Autoren als Maßeinheit verstehen, ist diejenige Strahlenmenge, die bei ihrer Methodik (Symmetrieapparat, selbsthärtende Siederöhre, 0,5 mm Zinkfilter) auf die Haut appliziert, im Verlaufe von 8—14 Tagen eine leichte Rötung der Haut bewirkt, der dann nach ca. 4 Wochen eine deutliche Bräunung folgt. Diese Erythemdosis, in absoluten Zahlen ausgedrückt, macht bei dem von den Autoren gebrauchten Iontoquantimeter 35 Sektoreneinheiten aus. (Bemerkenswert ist der Hinweis der Autoren, daß das Iontoquantimeter infolge der Schwierigkeit der Herstellung und der großen Unsicherheit der Gradeinteilung durchaus noch kein Einheitsinstrument darstellt, das gestattet, die Werte zweier verschiedener Untersucher miteinander zu vergleichen!)

Nimmt man nun die Erythemdosis als Einheit und bezeichnet sie als Hauteinheitsdosis (die gleich 100 % gesetzt wird), so kann man darauf die Karzinomdosis, d. h. die karzinomvernichtende Dosis, beziehen, die von den Autoren bei 100—110 % der Hauteinheitsdosis ermittelt wurde. Also eine fast hautschädigende Dosis muß die Karzinomzellen treffen, wenn sie abgetötet werden sollen.

Die von Seitz und Wintz gefundene Karzinomdosis weicht von der

von Krönig und Friedrich beim Mammakarzinom ermittelten nicht unwesentlich ab. Die letzteren Autoren konnten feststellen, daß zur Abtötung des Mammakarzinoms 40 Entladungen ihres Instrumentes notwendig waren, während die Haut- oder Erythemdosis bei 50 Entladungen lag. Nach ihren Feststellungen ist also die Karzinomdosis geringer als die Hautdosis und beide verhalten sich wie 4:5.

Die von Seitz und Wintz ermittelte Karzinomdosis ist demnach erheblich größer als die Freiburger und übertrifft die letztere um ca. 20 %.

Bemerkenswert ist, daß die Karzinomdosis nach den Untersuchungen von Seitz und Wintz nur innerhalb ganz geringer Grenzen bei den einzelnen Krebsformen und an verschiedenen Körperstellen schwankte. Der bekannte Unterschied in der Bösartigkeit der verschiedenen Krebsformen des Körpers kann daher weniger in den Karzinomzellen selbst begründet sein als in den anderen Umständen, wie der raschen Ausbreitungsmöglichkeit durch ein günstig gelegenes Lympfgefäßsystem, durch verminderte Widerstandsfähigkeit der Körperzellen und der Schutzkräfte des Organismus und in anderen unbekannten Momenten.

Interessant ist der Vergleich der Karzinomdosis mit der Kastrationsdosis, die die Eierstockstätigkeit auszuschalten vermag. Die Autoren fanden, daß die Kastrationsdosis nur 34 % der Hauteinheitsdosis, also ungefähr $^1/_3$ davon beträgt, d. h. wenn die Ovarien an der Oberfläche des Körpers gelegen wären, so würde bereits $^1/_3$ der zulässigen Hautdosis genügen, um die Kastration herbeizuführen. Da es nicht schwer ist, in die 7 cm Tiefe, in welcher die Ovarien in Wirklichkeit liegen, $^1/_3$ der Hauteinheitsdosis durch Summierung von verschiedenen Feldern aus hineinzuschicken, so erklärt sich leicht die Tatsache, daß es schon seit langem und mit relativ primitiven Methoden gelungen ist, die Kastration auszuführen.

Ebenso wichtig wie die Aufstellung der Karzinomdosis war die Lösung des Problems, alle Karzinomzellen bei der Strahlentherapie mit dieser vollen Karzinomdosis zu treffen. Hier hat sich bisher noch kein allgemein anerkanntes System ausgebildet. Das Vielfeldersystem von Gauß ist vor allem deswegen unzweckmäßig, weil es bei der Kleinheit der Eintrittspforten sehr schwer oder ganz unmöglich ist, jedesmal mit dem Zentralstrahlenbündel das Karzinom zu treffen und daher in vielen Fällen nur ein kleiner Bruchteil der gesamten Strahlenmenge an die erkrankte Stelle gelangt. — Andererseits ist die Wahl eines einzelnen großen Einfallsfeldes, wie es die Freiburger Klinik tut, irrationell, weil man bei diesem Verfahren gezwungen ist, die Röhren möglichst weit vom Körper zu entfernen, wobei man durch die quadratische Abnahme der Strahlen einen sehr großen Zeitverlust erleidet, der in keinem Verhältnis zum Gewinn steht. Bleibt man im Bereiche brauchbarer Zeitgrenzen, so kommen bei dieser Methode nicht über 35 % der Hauteinheitsdosis in die Tiefe des Beckens, eine Strahlenmenge, die nicht zur Abtötung der Krebszellen genügt.

Die Autoren gingen zwischen den beiden Extremen einen Mittelweg, indem sie mittelgroße Eintrittspforten von 6—8 cm wählten und 3 Felder vom Leib aus und 2—3 vom Rücken aus gaben. Bei diesen ziemlich großen Eintrittsfeldern, die an der Basis des Strahlenkegels in

der Tiefe des Karzinoms ungefähr eine Breite von 9×13 cm erreichen, kann man den Tubus ohne Schwierigkeit so richten, daß von jedem Feld aus die Portio mit Sicherheit in den Strahlenkegel zu liegen kommt, also von 5—6 verschiedenen Seiten getroffen wird. — Da die Autoren die Menge der durch jedes der 6 Felder in die Tiefe des Beckens applizierten Stellung (bei 0,5 mm Zinkfilter, also mit praktisch homogenen Strahlen) auf 20—25 % der an der Oberfläche gemessenen, d. h. der Hauteinheitsdosis bestimmen konnten, so erhält die Portio, bei Abrechnung einiger Verluste, im ganzen durch die 5—6 Einfallsfelder rund 100—110 % der Hauteinheitsdosis, d. h. gerade eine volle Karzinomdosis.

Sehr wesentlich ist nach Ansicht der Autoren für den Enderfolg, daß die Verzettelung der Dosen beim Karzinom vermieden wird; es muß daher gefordert werden, daß die gesamte Dosis womöglich in **einer** Sitzung verabreicht wird; denn in je kürzerer Zeit die einzelnen Felderbestrahlungen aufeinander folgen, je konzentrischer das Strahlenfeuer ist, desto größer und sicherer ist auch seine zerstörende Wirkung auf die Karzinomzellen.

Selbstverständlich genügt es nicht, die Strahlen lediglich auf die Portio zu konzentrieren. Sowohl bei beginnenden wie ganz besonders auch bei Karzinomen, die schon seitlich auf das Parametrium übergegriffen haben, muß auch das Ausbreitungsgebiet des Karzinoms, das Parametrium usw., in den Bereich des Konzentrationskegels gelangen. Bei einigermaßen fortgeschrittenen Neubildungen ist es aber von vornherein unmöglich, in einer Sitzung mittels der 6 Felder die Strahlenbündel so zu richten, daß alle Teile des Tumors in gleicher Stärke von der Strahlenenergie getroffen werden. Man muß daher darauf verzichten, das ganze Karzinom auf einmal bestrahlen zu wollen, sondern muß je nach der Ausdehnug der Neubildung z. B. in der ersten Sitzung den primären Tumor bestrahlen und nach 6 Wochen, wenn die Haut und das Blutbild eine neue Bestrahlung verträgt, den Konzentrationskegel auf das verdickte Parametrium richten usf. Sehr schwierig ist es, auf die an der Beckenwand gelegenen Karzinomzellen und Drüsen die volle Karzinomdosis zu lenken. Man muß daher, um auf jede Stelle, wo Krebszellen sitzen, die volle Dosis zu bringen, weitgehend individualisieren.

Jeder Karzinombehandlung haftet die Schwäche an, daß man nie mit absoluter Sicherheit sagen kann, daß alles erkrankte Gewebe entfernt oder abgetötet ist. Deshalb muß die Bestrahlung auch bei den Anfangskarzinomen in sechswöchentlichen Pausen 3 mal wiederholt werden, dann werden Intervalle von 8 Wochen bis zu einem Vierteljahr eingeschaltet und erst wenn mindestens ein Jahr nach Beginn der Behandlung vergangen ist, ist die Patientin nicht mehr behandlungsbedürftig und vorläufig geheilt.

Von der größten Bedeutung für die Therapie ist natürlich die Vermeidung von Schädigungen. Da die Darmdosis nach den Untersuchungen der Autoren glücklicherweise höher liegt als die Karzinomdosis — sie fanden ernstliche Schädigung des Darmes erst bei 135 % der Hauteinheitsdosis — kann es gelingen, Darmschädigungen zu vermeiden, wenn man bei der Einstellung der Röhre darauf bedacht ist, daß die Dosis, die den Mastdarm trifft, niemals die Karzinomdosis mehr als 20 % überschreitet.

In der Nähe der Darmdosis liegt auch die Schädigungsdosis für den Blutlymphapparat. Nicht nur an den weißen, sondern auch an den roten Blutkörperchen und an den Blutlipoiden können Schädigungen auftreten. Wenn auch in den meisten Fällen diese Schädigungen nach wenigen Wochen sich wieder ausgleichen, so gibt es doch andererseits Fälle, bei denen das Blutbild sich nicht zu erholen vermag. Diese Karzinome sind dann refraktär gegen Röntgenstrahlen. Das Verhalten des Blutbildes gibt einen gewissen Fingerzeig dafür, ob ein Fall günstig oder ungünstig reagieren wird, d. h. ob der Körper noch genug Reaktionsfähigkeit aufweist, um die große Menge Röntgenstrahlen zu ertragen und den Kampf gegen den Krebs mit Erfolg aufzunehmen.

Die Erfolge waren beim Uteruskarzinom noch die günstigsten, weil man dem Krebs hier wegen der zentralen Lage von den verschiedensten Seiten aus angehen kann.

Viel ungünstiger waren die Erfolge beim Vulvakarzinom, da es hier schwer ist, eine genügende Strahlenmenge auf den Tumor und seine Umgebung zu konzentrieren.

Auch beim Mammakarzinom ist es nicht ganz leicht, die volle Karzinomdosis auf die erkrankten Stellen zu bringen und dabei Hautschädigungen zu vermeiden.

Beim Magenkrebs erschweren die von vornherein mehr flächenhafte Ausdehnung des Karzinoms und die Unmöglichkeit, den genauen Sitz und die Tiefenlage des Krebses genau zu bestimmen, die Bestrahlung dieser Krebsform sehr stark. Das gleiche gilt vom Darmkrebs.

Auch bei den gewöhnlichen oberflächlichen Hautkrebsen empfiehlt es sich, eine weitgehende Filtrierung vorzunehmen, da nur bei ihrer Anwendung tiefergelegene Karzinomkeime noch von den Strahlen in genügender Dichte getroffen werden. So konnten die Autoren ein oberflächliches Nasenkarzinom, das anderswo mit 70 Bestrahlungen mit weichen Strahlen vergeblich behandelt war, in zwei Sitzungen zum Verschwinden bringen. Ebenso leistet die harte homogene Strahlung beim Pruritus vulvae besseres als die meist gebrauchte weiche, vermutlich weil die Ursache nicht nur an der Oberfläche, sondern auch tiefer gelegen ist. *H. M.*

Seitz u. Wintz. Erfahrungen mit der Röntgenbestrahlung des Gebärmutterkrebses, kombiniert mit Radiumbestrahlung. Aus der Universitäts-Frauenklinik Erlangen. Mün. med. Woch. 1918, Nr. 8, S. 202.

In der Erlanger Frauenklinik wurde in der ersten Zeit der Strahlenbehandlung der Krebse, d. h. seit 1913, ausschließlich die radioaktiven Substanzen, und zwar nur bei inoperablen Tumoren, verwandt. Das Resultat war: unübertreffliche Anfangserfolge, Zurückbildung des Tumors, Besserung des Allgemeinbefindens, Freisein von allen Beschwerden, auch bei fortgeschrittenen Krebsen wesentliche Besserung der Krankheit; dagegen waren die Dauererfahrungen keine besonders guten.

Der Grund, weshalb die radioaktiven Substanzen die in sie gesetzten Erfahrungen bei der Karzinombehandlung nicht voll erfüllen konnten, liegt nicht, wie so oft fälschlich behauptet wird, an der zu geringen „Reichweite" der Strahlen, sondern einzig und allein in der Art der Dosenverteilung der Radiumstrahlen. Da leider nur geringe Mengen Radium zur Ver-

fügung stehen, ist man gezwungen, möglichst nahe an das Karzinom heranzugehen; damit kommt aber die Beeinflussung des Dosenquotienten durch die Dispersion der Strahlen so außerordentlich störend zur Geltung, daß wir an der dem Tumor zunächst liegenden Gewebsschicht eine Dosis von nekrotisierender Wirkung, dagegen in 3 cm Tiefe nicht einmal die tödliche Dosis für die Karzinomzelle erreichen. Daher wird die alleinige Anwendung des Radiums nur bei kleinen Tumoren mit Erfolg möglich sein.

Nach diesen nicht befriedigenden Erfahrungen mit der alleinigen Radiumtherapie — die allerdings nur bei inoperablen Fällen gesammelt wurden —, schien es zweckmäßig, Radium und Röntgenstrahlen zu kombinieren, und zwar wurde in der Art eine Arbeitsteilung zwischen den beiden Strahlenarten vorgenommen, daß das Radium die Hauptarbeit in der Vernichtung des örtlich begrenzten primären Tumors verrichtet, die Röntgenstrahlen aber zur Bekämpfung der entfernten Krebsnester Verwendung finden sollten. Es wurde daher seit Beginn 1915 kombiniert behandelt, indem vaginal Radium und vom Abdomen sowie Rücken aus Röntgenstrahlen angewendet wurden. Die Technik der Radiumtherapie war so, daß das Radium nur dreimal in größeren Zwischenräumen zu je 100 mg eingelegt wurde und daß man über 6000 mg-Stunden im allgemeinen nicht hinausging.

Die Autoren haben nun die Resultate des Jahres 1915 zusammengestellt, die deswegen sehr instruktiv und zum Vergleich geeignet sind, weil in diesem Jahre die noch gut operablen Fälle operiert wurden, dagegen die ungünstigen Fälle der Radium-Röntgentherapie zugeführt wurden. Die Fälle liegen also alle mindestens zwei Jahre zurück und reichen zum Teil nahe an das dritte Jahr heran; sie haben also die Hauptzeit der Rezidivgefahr bereits hinter sich.

Von den 52 Karzinomfällen, die im Jahre 1915 der Klinik zugingen, wurden 28 Kranke operiert und 24 Kranke bestrahlt. Von den Operierten sind noch 12 am Leben = 43% der Operierten, von den radiologisch Behandelten dagegen noch 7 = 29%. Hinsichtlich der Beurteilung des Resultates der Strahlentherapie muß aber unterschieden werden zwischen jenen, die nur solaminis causa bestrahlt wurden oder die nach den ersten Bestrahlungen ausblieben und jenen, die planmäßig durchbestrahlt worden sind. Genügend bestrahlt wurden 13 Fälle, davon sind 6 noch am Leben, d. h. 46%. Von den ungenügend Bestrahlten, d. s. 11 Fälle, lebt nur ein einziger.

Das Resultat ist also zusammengefaßt so: Von den operierten Fällen, die ausschließlich günstig gelegene und gut operable Krebse umfassen, leben noch 43%; von den genügend bestrahlten Fällen, die alle viel ungünstiger lagen, sind noch 46% am Leben. Es bedeutet das zweifellos einen sehr beachtenswerten Erfolg der kombinierten Radium-Röntgenbehandlung. Gerade wenn man bedenkt, daß für die bestrahlten Fälle nur die ungünstig gelegenen Karzinome in Betracht kamen, muß man die Leistungen der Strahlentherapie höher bewerten als die der Operation. Jedenfalls rechtfertigen diese Erfolge den Standpunkt, auch gut operable Uteruskarzinome nicht mehr zu operieren, sondern alle Fälle der Strahlenbehandlung zuzuführen. *H. M.*

Seitz u. Wintz. Die Röntgenbehandlung der Genitalsarkome und anderer Sarkome und ihre Erfolge; die Sarkomdosis. Aus der Universitäts-Frauenklinik Erlangen. Mün. med. Woch. 1918, Nr. 20, S. 526.

Die Berichte der beiden Autoren über die Röntgenbehandlung der Sarkome sind von ganz hervorragendem Interesse und stellen einen weiteren erheblichen Fortschritt unserer Wissenschaft dar.

Die Zahl der in der Erlanger Frauenklinik in den letzten Jahren (1915—17) ausschließlich mit Röntgenstrahlen behandelten Sarkome beträgt 16. Sie lassen sich in folgende fünf Gruppen einteilen.

Die 1. Gruppe umfaßte drei Fälle von Uterussarkomen jugendlicher Personen. Bei allen drei Fällen war das Ergebnis der Bestrahlung so, daß auch der geübteste Untersucher nichts mehr zu finden vermochte, was auf das ehemalige Vorhandensein von weit über kindskopfgroßen Tumoren hingewiesen hätte. Seit der Bestrahlung sind bei den ersten zwei Patientinnen mehr als $1^1/_2$, bei der dritten mehr als 1 Jahr vergangen. Es wäre natürlich verfrüht, schon jetzt in diesen Fällen von einer Dauerheilung zu sprechen; allein da gerade Uterussarkome jugendlicher Personen besonders bösartig sind und in der Regel in wenigen Monaten zum Tode führen, so bedeutet das Freibleiben der Patienten von Krankheitserscheinungen während $1—1^1/_2$ Jahre doch schon sehr viel, und der Erfolg war ein solcher, wie man ihn schlechterdings vorher für unmöglich gehalten hätte. — Auch bei der 2. Gruppe: Uterussarkomen älterer Frauen sowie Myosarkomen waren die Erfolge der Röntgenbehandlung als glänzend zu bezeichnen und scheinen ebenfalls Besseres zu leisten als die Operation. In Anbetracht dieser Tatsache kann man jetzt schon mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit sagen, daß die Möglichkeit einer etwaigen sarkomatösen Degeneration eines Myoms in ein Sarkom keine Gegenindikation gegen die Strahlenbehandlung der Myome mehr abgibt.

Eine weitere Gruppe der behandelten Fälle umfaßte zwei Fälle von Osteosarkomen des Beckens mit Metastasen. In dem einen Falle handelte es sich um ein primäres vom Becken ausgehendes Sarkom mit einer Metastase im Ovarium, in dem zweiten ebenfalls um ein Beckenosteosarkom mit einer über faustgroßen Metastase am Oberschenkel. Bei beiden Kranken verschwanden die großen Tumoren bis auf schwartige Verdickungen völlig in kurzer Zeit. Die Wirkung der Strahlen grenzte — wie die Autoren sagen — an das Wunderbare, wenn auch das noch nicht die Dauerheilung bedeutet. Die eine Patientin ist seit $1^1/_2$ Jahren ohne Rezidiv. — Bemerkenswert ist, daß es gelang, in beiden Fällen auch die großen Metastasen zum Verschwinden zu bringen. Sofern es möglich ist, Haupttumor und Metastasen unter ein genügendes Strahlenfeuer zu bringen und auf beide in ihrer ganzen Ausdehnung die volle Sarkomdosis zu applizieren, reagieren auch solche Neubildungen noch auf die Bestrahlung und bilden sich zurück.

Die nächste Gruppe der Fälle waren zwei Kranke mit sekundären Ovarialsarkomen. Ein Fall war ein primäres Melanosarkom des Dünndarms mit sekundärer Sarkomatosis in Eierstock und Peritoneum, der zweite ein primäres Sarkom des Oberkiefers, ebenfalls

mit Metastasen in Ovarien und Bauchfell. Bei der ersten Kranken, wo faustgroße Tumoren bestanden und die Neubildung die ganze Bauchhöhle umfaßte, ging die Erkrankung unter der Bestrahlung sehr wesentlich zurück, wenn auch bei der mächtigen Ausdehnung der Geschwülste ein völliges Verschwinden nicht zu erzielen war. Bei der zweiten Kranken konnte die Bestrahlung nichts mehr erreichen.

Die letzte Gruppe waren Rezidive nach Operationen und unvollständig operierte Fälle. Hier waren die Erfolge bei 3 Kranken (Sarkom des Unterkiefers, Sarkomatose des linken Beines, Sarkom des Halses) sehr gute und die Tumoren bildeten sich, auch bei einem scheinbar ganz verzweifelt liegenden Falle, völlig zurück. Aber 3 andere Fälle zeigten, daß der Bestrahlung gewisse Grenzen gesetzt sind. Das ist einmal dann der Fall, wenn die Metastasen zu ausgedehnt und zu zahlreich sind, um in ihrer Gesamtheit von der vollen Sarkomdosis getroffen zu werden und weiter dann, wenn eine allgemeine Überschwemmung der Blutbahn mit Sarkomzellen stattgefunden hat. Ferner hatten die Autoren den Eindruck, daß bei einer unvollständigen Entfernung des Sarkoms mit dem Messer die Verhältnisse für die Bestrahlung viel ungünstiger gelagert sind als bei einem unberührten Sarkom. Es werden bei jeder Inzision und Exzision notwendig eine ganze Reihe Blutbahnen eröffnet und dadurch kann eine ausgiebige Verschleppung von Sarkomkeimen aus der Wunde in die Blutbahn erfolgen. Diese Erfahrung weist darauf hin, daß man schwer operable Sarkome nicht erst mit dem Messer eröffnen, sondern gleich primär der Strahlenbehandlung zuführen soll.

So gut wie die Autoren es sich zum Ziele gesetzt hatten, eine Kastrations- und eine Karzinomdosis aufzustellen, so bestimmten sie auch die Sarkomdosis. Sie beträgt 60—70 % der Hauteinheitsdosis. Die Richtigkeit dieser Dosis wurde dadurch bewiesen, daß sämtliche seither unter Zugrundelegung der Sarkomdosis bestrahlten Sarkome glänzend beeinflußt wurden. Erst mit Kenntnis der Sarkomdosis ist eine systematische Bestrahlung der Sarkome möglich geworden. *H. M.*

H. Wintz. Eine Zentrierungsvorrichtung für Karzinombestrahlung der Gebärmutter. Aus der Universitäts-Frauenklinik Erlangen (Vorstand: Geheimrat Seitz). Mün. med. Woch. 1918, Nr. 38, S. 1050.

Der Grund für überraschende Nichterfolge in der Karzinombestrahlung der Uteruskrebse trotz guter Methodik liegt häufig in einer fehlerhaften Einstellung. Selbst für den Arzt, der mit den anatomischen Verhältnissen vertraut ist, ist es oft schwer, sicher von jedem Einfallsfeld aus die Portio bzw. den Uterus zu treffen; um wieviel leichter können dann Fehler durch eine Röntgenschwester, die doch in sehr vielen Betrieben allein die Einstellung vornimmt, vorkommen.

Infolgedessen ist eine von Wintz angegebene Zentrierungsvorrichtung sehr zweckmäßig, die der Röntgenschwester schematisch erlaubt, die Einstellungen richtig zentriert vorzunehmen.

Eine 2 m lange Röhre aus dunklem Glas ist an der einen Seite blind geschlossen. In dieser Kuppe befindet sich ein kleiner Leuchtschirm, beschickt mit einer Masse, die auch im harten Röntgenlicht ganz besonders hell aufleuchtet. Dieser Leuchtschirm steht zur Längsachse der Röhre

schräg und ist unterlegt mit Blei, dessen Seiten mit entsprechend hohen Kanten versehen sind. Die Leuchtmasse wird also in ihrer ganzen Fläche fluoreszieren, sobald sie in gerader Richtung von Strahlen getroffen wird. Diese Röhre wird nun in die Scheide eingelegt und an die Portio geführt.

Namentlich bei Einstellung der seitlichen Bestrahlungsfelder, die starke Röhrenneigung verlangen, hat die Kontrolle mit der Zentrierungsvorrichtung sich sehr bewährt. In der Erlanger Frauenklinik werden Portio-, Uterus- und Scheidenkarzinome nur noch mit Hilfe dieser Vorrichtung bestrahlt. *H. M.*

Prof. Dr. C. Menge, Heidelberg. Zur Strahlenbehandlung des Uteruskarzinoms. Zbl. f. Gyn. 1918, Nr. 49, S. 890.

Der Autor schildert die in der Heidelberger Frauenklinik übliche Methodik der Radiumtherapie der malignen Tumoren. Das Wesentliche an dieser Technik ist, daß bei den verschiedenen Formen des Uteruskarzinoms nur ein einziges Mal mit mittelgroßen Mengen radioaktiver Substanzen längere Zeit hindurch sowohl vom Scheidengrund wie auch von der Uterushöhle aus bestrahlt wird, ausgehend von der Überlegung, daß das ganze karzinomatöse Gewebe, also auch die von der Strahlenquelle weiter abliegenden Neubildungsmassen, von vornherein so schwer geschlagen werden müssen, daß überall sogleich eine Lähmung bzw. Tod der Neubildungszellen zustande kommt. Die Methodik ist im einzelnen die folgende:

Bei den Kollumkarzinomen wird in den Scheidengrund eine runde flache Kapsel gelegt, die etwa 50 mg Mesothorium enthält. Außerdem kommen in die Uterushöhle zwei Röhrchen mit je 50 mg Radium oder Mesothorium, die in einem langen, durch eine Zwischenwand in zwei Kammern geteilten Metallfilter hintereinander geschaltet sind. Die untere Kammer liegt in der Zervix und überragt ein wenig das Niveau der karzinomatösen Massen nach der Scheide zu; die obere Filterkammer erfüllt den Isthmus und einen großen Teil der Korpushöhle. Die flache Kapsel im Scheidengrund wird tangential vor der Portio durch ein kleines Keulenpessar fixiert, in dessen dickem Ringteil die Kapsel durch einen übergreifenden Stift festgehalten wird. Der dicke Ringteil drängt die Scheidenwände gut zur Seite und sorgt so für einen angemessenen Abstand der empfindlichen Nachbarorgane von der Strahlenquelle. In der Regel wird also beim Kollumkarzinom im ganzen 150 mg radioaktiver Substanz verwendet. Das Scheidenpräparat bleibt ununterbrochen zweimal 24 Stunden, die uterinen Präparate dreimal 24 Stunden liegen.

Die mit dieser Methode, die mit einer einmaligen Röntgentiefenbestrahlung mit Schwerfilterung kombiniert wird, erzielten Resultate haben Menge so sehr befriedigt, daß in der Heidelberger Frauenklinik kein Uteruskarzinom seit fünf Jahren mehr operativ angegriffen wird, es sei denn, daß die Hysterektomie durch besondere Komplikationen indiziert ist.

Menges Indikationsstellung zur Bestrahlung des Uteruskarzinoms widerspricht also der von den meisten Gynäkologen geübten. Er hält die Behandlung der initialen und anscheinend gut operablen Fälle mit dem Messer für kontraindiziert, weil man bei ihnen mit der Bestrahlung weiter

kommt. Auch bei schwer operablen Fällen oder bei solchen, die infolge weitgehender parametraner Infiltrate überhaupt nicht mehr operabel erscheinen, wird bestrahlt, da man bei ihnen zuweilen noch überraschend gute Erfolge erzielt. Hat aber das Karzinom schon die Wand der Blase oder des Rektums ergriffen, oder ist es schon bis auf die mittleren Abschnitte der Scheide übergegangen, dann ist nach den Erfahrungen Menges jede eingreifende örtliche Therapie, auch die Behandlung mit radioaktiver Substanz, verfehlt; dann kann man weder mit dem Messer noch mit der Strahlentherapie etwas nützen. Dann erzeugt man in der Regel auf beiden Wegen nur Fistelbildung. *H. M.*

Privatdoz. Dr. H. Eymer. Die Entwicklung der gynäkologischen Strahlentherapie. Aus der Frauenklinik der Universität Heidelberg (Direktor: Geh. Hofrat Prof. Menge). Th. d. G. 1917, S. 112.

Der Autor, der selbst um die Erforschung und Förderung der gynäkologischen Strahlentherapie sich große Verdienste erworben hat, gibt einen ausgezeichneten Überblick über die Entwicklung, welche dieses Gebiet seit seinen Anfängen genommen hat.

Nur einiges sei daraus hervorgehoben. Eymer erinnert an die Versuche, die er im Jahre 1912 machte, Frauen mit entzündlichen (gonorrhoischen, tuberkulösen) Adnextumoren, die mit stärkeren adnexellen Blutungen einhergingen, mit Röntgenlicht zu behandeln. Die Resultate waren relativ gut. Sie sind so zu erklären, daß nach Aufhören der in Intervallen auftretenden Hyperämie der Unterleibsorgane endlich die entzündlichen Prozesse zur Abheilung kamen, was vorher nicht möglich gewesen war. Eine direkte Abtötung der Bakterien durch das Röntgenlicht ist — wie Versuche lehrten — nicht anzunehmen.

Ferner ist von Interesse, daß die Heidelberger Frauenklinik nach wie vor auf dem Standpunkt der Berechtigung der Behandlung operabler gynäkologischer Karzinome durch Strahlen steht. Von 100 Frauen, die wegen Kollumkarzinom ärztliche Hilfe suchen, können im günstigsten Falle 60—70 operiert werden. Es werden also sofort bei operativer Inangriffnahme dieser Krebse 30—40 Frauen ihrem Schicksal überlassen. Die primäre Operationsmortalität beträgt 15—25%, die Dauerheilung jedoch auch nur 25 % der Operierten. Wir kommen also auf eine absulute Heilungsziffer von 6—9%. Das ist erschreckend wenig und wir wissen jetzt schon sicher, daß die Resultate mit der Bestrahlung mindestens nicht schlechter sind, da zunächst alle Frauen behandelt werden können, außerdem jede primäre Mortalität wegfällt, endlich aber die Dauerresultate bei günstigen Fällen nicht schlechter sind als bei der Operation. *H. M.*

Prof. K. Baisch. Ergebnisse der Radium- und Mesothoriumbehandlung der Genitalkarzinome. Aus der Städtischen Frauenklinik in Stuttgart. Zbl. f. Gyn. 1918, Nr. 17, S. 281.

Baisch macht sehr bedeutsame Mitteilungen über die Ergebnisse seiner Radiumtherapie der Genitalkarzinome, von denen er seit Februar 1914 insgesamt 300 Fälle behandelt hat.

Was zunächst die Technik anlangt, so verwendet Baisch für den einzelnen Fall im allgemeinen 3 Einlagen zu je 100 mg Radium. Die

zweite Bestrahlung erfolgt 14 Tage nach der ersten, die dritte 3 Wochen nach der zweiten (ausnahmsweise werden das erste Mal auch 150 mg gegeben, oder die Dosis ein viertes Mal verabreicht). Wenn irgend möglich, werden dabei jedesmal 50 mg in einem 0,1 mm dünnen, vernickelten Messingröhrchen von 3 cm Länge in den Zervixkanal, 50 mg in einer ebensolchen flachen Kapsel vor die Portio oder in den Karzinomkrater eingelegt und bleiben jedesmal 24 Stunden liegen. Röhrchen und Kapsel werden mit Gummi überzogen zum Schutz gegen die Sekundärstrahlen. Durch weitere Umhüllungen der in der Vagina liegenden Kapsel mit einer $1^{1}/_{2}$ cm dicken Wachsschale, die nach der Portio zu offen ist, wird das empfindliche Rektum mit Sicherheit vor Verbrennungen geschützt (dadurch wird das Auftreten von Rektumscheidenfisteln vermieden). Die Radiumkapseln werden durch 1 oder 2 in die Vagina eingeschobene Wattetampons in ihrer Lage unverrückbar festgehalten.

Bei Korpuskarzinom werden zwei der oben beschriebenen Röhrchen nach entsprechender Dilatation des Zervikalkanals in die Uterushöhle selbst eingelegt und bleiben gleichfalls 24 Stunden liegen.

Was nun die Ergebnisse anlangt, so sind

von den 300 Fällen gestorben: 131,
ungeheilt blieben oder rezidiv wurden: 42,
es leben zurzeit und sind gesund: 127 = 42,3 %.

Die genannten Zahlen umfassen sämtliche Karzinome aus den Jahren 1914—1917 (3 monatige bis 4 jährige Beobachtung). Bei gesonderter Betrachtung der in den einzelnen Jahren bestrahlten Fälle ergibt sich folgendes Bild:

Von den im Jahre 1917 (3—12 monatige Beobachtung) behandelten 75 Karzinomen sind vorläufig geheilt: 70 = 93,3 %.

Von den im Jahre 1916 (1—2 jährige Beobachtung) behandelten 95 Karzinomen sind vorläufig geheilt: 36 = 37,5 %.

Von den im Jahre 1915 (2—3 jährige Beobachtung) behandelten 64 Karzinomen sind vorläufiig geheilt: 10 = 15,6 %.

Von den im Jahre 1914 (3—4 jährige Beobachtung) behandelten 66 Karzinomen sind vorläufig geheilt: 11 = 16,6 %.

Während also das 1. Jahr ein scheinbar sehr glänzendes Resultat von 93,3% ergibt, sinken diese Heilungen im 2. Jahre beinahe auf den dritten Teil: 37,5% und verringern sich im 3. Jahre weiter um die Hälfte auf 15,6%. Dann tritt keine wesentliche Verringerung des Resultates mehr ein, es wiederholt sich auch hier dieselbe Beobachtung wie bei der Operation des Genitalkarzinoms: die Hauptzahl der Rezidive stellt sich im 2. und 3. Jahre ein.

Von den einzelnen Lokalisationen der Karzinome stellen die wichtigsten die Kollumkarzinome dar. Von ihnen wurden insgesamt 11,9% nach 3—4 Jahren noch als gesund befunden. Von den inoperablen Krebsen dieser Gruppe war nach Ablauf von 2 Jahren keines mehr am Leben, von den operablen und Grenzfällen waren 23,8% nach 3—4 Jahren noch geheilt. Vergleicht man mit diesen Bestrahlungsresultaten die Resultate der Wertheimschen Operation, so lauten z. B. die Döderleinschen Zahlen bei ebenso langer Beobachtungszeit auf 13% der sämtlichen Kollumkarzinome und auf 21,8% der operierbaren Fälle.

Man findet also eine auffallende Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der operativen und der Strahlentherapie.

Bezüglich der Korpuskarzinome ergab sich folgendes. Von den inoperablen Krebsen war das Resultat dasselbe wie beim Kollumkarzinom, kein Fall wurde geheilt. Bei den operablen Fällen war das Resultat dagegen wesentlich günstiger: 44,4% der Fälle wurden bis zu 3—4 Jahren geheilt. Auch hier ist das Heilungsprozent ähnlich wie bei der operativen Totalexstirpation, die 46,4% absolute Heilung erzielt.

Die Zahl der Vulva-, Vagina- und Urethralkarzinome ist zu klein, als daß sich allgemein gültige Schlüsse daraus ziehen ließen: es wurden insgesamt 18 Fälle behandelt, davon starben 6, vorläufig geheilt sind 9.

Die sehr schlechte Prognose der Operationsrezidive bei neuerlicher Operation ist bekannt. Die Ergebnisse der Strahlenbehandlung sind gleichfalls nicht ermutigend: nach 3—4 jähriger Beobachtung leben von 14 Fällen nur noch 2. Es waren dies lokale Rezidive, die gleich im Beginn ihres Auftretens diagnostiziert und der Radiumbehandlung zugewiesen wurden.

Da somit im großen ganzen die Ergebnisse der Radiumtherapie annähernd dieselben waren wie bei der operativen Therapie, so wird man denen, die sie der chirurgischen Behandlung vorziehen, nicht widersprechen können. Sie dürfen sich mit Recht darauf berufen, daß diese Behandlung für Arzt und Patientin wesentlich einfacher und bequemer ist und daß vor allem die leidige primäre oder Operationsmortalität wegfällt.

Andererseits kann man sich der Tatsache nicht verschließen, daß beide, operative und Strahlentherapie, doch nur ein recht bescheidenes Ergebnis haben. Wenn bei Bestrahlung von sämtlichen Genitalkarzinomen nach 4 Jahren nur 16% als geheilt leben, von den Kollumkarzinomen sogar nur 12%, so ist das ein Erfolg, mit dem man keine Ursache hat, zufrieden zu sein.

Zwei Wege sind denkbar, um das Resultat zu verbessern. Man könnte einmal versuchen, durch ein- oder mehrmalige Wiederholung der Radiumbehandlung oder durch eine Verbindung der Radium- mit der Röntgenbehandlung die Ergebnisse der Strahlentherapie zu verbessern. Das ist seit einem Jahre in systematischer Weise geschehen und möglicherweise sind die guten Resultate des Jahres 1917 (93,3% primäre Heilung!) darauf zurückzuführen.

Man könnte aber auch daran denken, durch Kombination der Strahlenbehandlung mit der operativen Therapie bessere Ergebnisse zu erzielen.

Bei beginnendem Karzinom, wo also das Karzinom auf eine Muttermundslippe oder einen kleinen Zervixherd beschränkt war, sind die Resultate der Radiumtherapie sehr gute: sämtliche 26 Patientinnen, bei denen die Therapie in typischer Weise durchgeführt wurde, sind geheilt. Hier besteht also keine Veranlassung von der Strahlentherapie abzugehen.

Für die übrigen operablen Karzinome dagegen, die bei 3—4 jähriger Beobachtung nur 24% Heilungen ergaben, erscheint nach Ansicht von

Baisch in Zukunft der Versuch am Platze, durch Überweisung geeigneter Fälle an die Operation (Wertheimsche Operation) mit nachfolgender intensiver Radium- bzw. Röntgennachbestrahlung die Ergebnisse zu bessern. Natürlich wird man diejenigen Patientinnen nach wie vor primär weiter bestrahlen, bei denen wegen Adipositas, Bronchitis, Herzfehler, hohen Alters, hochgradiger Anämie usw. die Operation erfahrungsgemäß eine ungünstige Prognose gibt.

Dasselbe gilt von den Korpuskarzinomen. Die einfache Operationstechnik und die geringere Mortalität rechtfertigen den Standpunkt, die Fälle zuerst zu operieren und sie dann einer intensiven Nachbestrahlung zu unterwerfen.

Wie aber immer auch die Ergebnisse sein werden, für lange Zeit gilt jedenfalls immer noch der Satz, daß das wirksamste Mittel zur Bekämpfung des Uteruskrebses in der frühzeitigen Diagnose liegt. Denn auch bei der Strahlenbehandlung sind die Resultate um so besser, je früher der Fall in Behandlung genommen wird. *H. M.*

E. Kehrer. Über Tiefenwirkung und Reizdosierung des Radiums bei der Karzinombestrahlung. Aus der Kgl. Frauenklinik Dresden. Mün. med. Woch. 1918, Nr. 27, S. 719.

Der Autor stellt auf Grund physikalisch-mathematischer Berechnungen sowie experimentell-biologischer und histologischer Untersuchungen ein Gesetz auf, auf Grund dessen sich bis auf Bruchteile eines Zentimeters genau berechnen läßt, wie tief der biologische Wirkungsradius jedes beliebigen Radiumpräparates ist.

Er ermittelte dabei ein doppeltes: 1. Wir sind berechtigt, von einer Tiefenwirkung auf das Karzinom im Sinne einer „Einschmelzungsdosis" noch in derjenigen Tiefe zu sprechen, in der die primäre Impulsstärke des Radiumpräparates auf rund 1 mg Radiumelement gesunken ist. 2. An derjenigen Stelle des Gewebes, wo die auf das Karzinom einwirkende Impulsstärke auf den Wert von 0.7 mg Radiumelement gesunken ist, wird eine Reizdosierung verabfolgt. Liegen an diesem Ort Karzinomzellen, so werden sie zu schrankenlosem Wachstum und zu schneller Metastasierung angeregt; liegt hier Bindegewebe, so erfolgt eine Proliferation desselben. — An welcher Stelle des karzinomatösen oder gesunden Gewebes diese beiden Wirkungswerte gelegen sind, ist natürlich je nach der Stärke, d. h. je nach dem Radiumgehalt der betreffenden Präparate verschieden und wir sind nun imstande, auf Tabellen ohne weiteres für ein bestimmtes Radiumpräparat diese Tiefenwirkungsgrenzen resp. Reizdosierungsstellen des angewandten Präparates abzulesen.

Verwendet man z. B. ein Präparat von 50 mg Radiumsulfat, i. e. 35 mg Radiumelement, wie es zurzeit an manchen Kliniken üblich ist, direkt auf der Oberfläche eines Karzinoms, also z. B. intrazervikal bei einem Karzinom des Gebärmutterhalses, so können wir aus der Tabelle feststellen, daß dieses Präparat einen Tiefenwirkungsradius von 4,5 cm hat und daß es eine Reizdosis in 5.3 cm Gewebstiefe verabfolgt. Ein Präparat von solcher Impulsstärke darf demnach höchstens bei beginnen-

dem oberflächlichen Karzinom, dessen peripherste Geschwulstzellen innerhalb eines Kreises von 4,5 cm vom Radiusfokus entfernt liegen, verwendet werden, denn nur in dieser Zone gelegenes Karzinomgewebe wird mit Sicherheit zur Einschmelzung gebracht. In ungefähr 5,3 cm Distanz gelegene Karzinomnester werden dagegen zum Wachstum angereizt. Was in dem zwischen 4,5 und 5,3 gelegenen Gewebsgebiet, das als „Neutralzone“ bezeichnet werden kann, geschieht, ob noch Einschmelzung oder schon Reizung erfolgt, hängt von der Bestrahlungszeit, den Bestrahlungsintervallen und der Radiumempfindlichkeit der betreffenden Karzinomzellen ab.

Sicher ist also, daß derjenige, der mit einem Präparat von 35 mg Radiumelement (50 mg Radiumsulfat) das Karzinom in Angriff nimmt, auf schlechte Dauererfolge gefaßt sein muß, denn die Karzinomnester im Lig. latum, im regionären Lymphgebiet, den Ligt. hypogastricae und iliacae lassen sich damit unmöglich zur Einschmelzung bringen. Es kann ferner kein Zweifel sein, daß die Reizdosierung bei dieser Art der Radiumbestrahlung in der Praxis zurzeit außerordentlich häufig verabfolgt wird und daß sie in erster Linie für die unbefriedigenden Heilerfolge der Radiumtherapie verantwortlich zu machen ist.

Wir begehen also einen folgenschweren Irrtum, wenn wir bei der Karzinombestrahlung zu gering dosieren, d. h. niederwertige Radiumpräparate anwenden, zu kurze Zeit bestrahlen oder zu lange Zwischenräume zwischen die einzelnen Bestrahlungen einschieben. Denn dann verabreichen wir entweder eine Reizdosis oder geben dem Karzinomgewebe die Möglichkeit, sich nach jeder Bestrahlungssitzung von der Radiumwirkung teilweise zu erholen. Im letzteren Falle beobachtet man die renitenten Karzinome, die erst bei viel höheren Dosen einschmelzen als bei richtiger Technik.

Es ist daher nötig, um eine genügende Tiefenwirkung zu erreichen, daß genügendwertige Präparate zur Verfügung stehen und zwar solche von einem Mindestgehalt von 50 mg Radiumelement (d. i. ca. 75 mg Radiumsulfat). Die Bestrahlungszeit muß genügend lang sein (48 Stunden!) und die Pausen zwischen den einzelnen Sitzungen einer Serie dürfen nur 3—4 Tage dauern. Die Dosis beträgt durchschnittlich 6—7000 Milligrammelementimpulsstunden. Seitdem Kehrer diese Technik anwendet, sind die Erfolge der Radiumtherapie sehr viel besser geworden und die gefürchteten renitenten Karzinome, sowie tiefgehende Nekrosen- und Fistelbildungen, denen der Autor früher leider nicht selten begegnete, sind nicht mehr gesehen worden.

Wenn es auch häufig auf diese Weise gelingt, die Wirkungsdosis bis an das regionäre Lymphdrüsengebiet, die hypogastrischen und iliakalen Drüsen zu bringen, so hat natürlich auch diese Therapie insofern ihre Grenzen, als die weitere Etappe, das Gebiet der unteren Lumbaldrüsen, vom Zervikalkanal aus nicht mehr unter Radiumfeuer zu setzen ist — es sei denn, daß man sehr hochwertige, die gesunden Gewebe zu sehr schädigende Radiummengen verwendet. Die Beeinflussung dieser Drüsen hat die Röntgentiefentherapie zur Voraussetzung. *H. M.*

E. Kehrer. Soll das Vulvakarzinom operiert oder bestrahlt werden? Aus der Kgl. Frauenklinik Dresden. Zt. f. Geb. 1918, Bd. 48, Heft 5, S. 346.

Heilungen des Vulvakarzinoms durch Radium scheinen bis jetzt nach den vereinzelt vorliegenden Literaturangaben nur ganz selten erreicht worden zu sein. Um so bemerkenswerter ist die Mitteilung Kehrers, daß er in zwei Fällen mit der Radiumbestrahlung des Vulvakrebses völlige Heilung erzielt hat.

In dem ersten Falle handelte es sich um einen walnußgroßen, papillären, schnell wachsenden Tumor der Klitoris, der bereits nach vier Sitzungen von jeweils nur 12- bzw. 18-stündiger Dauer mit einem Präparat von 122 mg Ra-El. zum Verschwinden gebracht wurde, so daß die Einschmelzungsdosis mit 6588 mg-h erreicht werden konnte. Die Intervalle zwischen den vier Sitzungen betrugen nur $2^1/_2$ Tage. Nach der dritten Radiumbestrahlung fanden sich an vielen Stellen schon hochgradig veränderte und zerfallende Karzinomzellen in ödematösem, von Rundzellen durchsetztem Bindegewebe, und nach der vierten Bestrahlung (am 19. Tage nach Beginn der Behandlung) ergab eine tiefe Probeexzision nichts mehr von Karzinomzellen. Um eine sichere Auskunft über den Grad der Beeinflussung durch Radium zu erhalten, wurde 28 Tage nach Beginn der Bestrahlung die Exstirpation der ganzen Klitorisgegend bis auf die Symphyse ausgeführt und auch einige Leistendrüsen entfernt. In Serienschnitten waren Karzinomzellen nirgends mehr nachweisbar.

Im zweiten Fall lag ein haselnußgroßes Plattenepithelkarzinom (Kankroid) der Klitoris vor. Bei diesem wurde die Einschmelzungsdosis in 8 Sitzungen, d. h. 139 Zeitstunden mit dem Radiumpräparat von 122 mg Radium-Element = 16958 mg-h erreicht. Die Pausen zwischen den Bestrahlungen betrugen 4—8 Tage. Das zur Beurteilung der Radiumwirkung exstirpierte Klitorisersatzgewebe enthielt auch in diesem Falle keine Karzinomzellen mehr, sondern nur mehr hyalines und infiltriertes Bindegewebe. Auch die exstirpierten Leistendrüsen waren frei von Krebs.

Der Unterschied in der Einschmelzungsdosis bei den beiden Fällen: 6588 mg-h und 16958 mg-h ist auffallend. Der Autor ist der Ansicht, daß in dem zweiten Falle die Renitenz des Karzinoms zum Teil auf die geringere Radiosensibilität der Krebszellen des Kankroids, in der Hauptsache aber auf eine fehlerhafte Dosierung zurückzuführen ist. Die Pausen zwischen den Bestrahlungen, welche 4—8 Tage betrugen, waren zu lang, da während dieser Zeit eine Anpassung des Karzinoms an die Strahlenwirkung eintritt und auf diese Weise ein renitentes Verhalten des Karzinoms herangezüchtet wird. Hätten während der ganzen Dauer der Bestrahlung die Intervalle nur zwei Tage betragen, so wäre schon mit einer geringeren Dosis dasselbe günstige Resultat erzielt worden.

Daß für eine erfolgreiche Radiumtherapie der Vulvakarzinome von Anfang an hohe Radiumdosen — etwa solche von 70—100 mg-Ra-El — mit kurzen und zwar möglichst nur zweitägigen Intervallen zwischen den einzelnen Sitzungen erforderlich sind, zeigen drei weitere vom Autor mitgeteilte Fälle, bei denen diese Postulate nicht erfüllt wurden und die alle drei so gut wie keine Beeinflussung durch Radium aufwiesen.

Auch die Röntgentherapie hatte bei einem Fall von infiltrierendem Karzinom der Klitoris und der linken kleinen Labie vollen Mißerfolg, trotzdem eine energische und lang anhaltende Bestrahlung des Primärtumors und der Leistendrüsen durchgeführt wurde. Die auch schon anderweitig gemachte Erfahrung, daß beim primären Plattenepithelkarzinom der Vulva die Radium- vor der bisherigen Art der Röntgenbehandlung den Vorzug verdient, konnte also vom Autor bestätigt werden. Allerdings muß die Radiumtherapie des Vulvakrebses in denjenigen Fällen, wo die Leisten- und Beckendrüsen karzinomatös oder karzinomverdächtig sind, mit der Röntgentherapie kombiniert werden, da diese Drüsen nicht mehr im Gebiet des bei der Vulvabestrahlung in Frage kommenden Wirkungsradius der Radiumstrahlen liegen. Es müssen also gleichzeitig mit der intensivsten Radiumbestrahlung des Vulvakarzinoms alle Drüsen unter das Feuer der Röntgentiefenbestrahlung genommen werden. *H. M.*

Prof. Fritz Heimann. Fünf Jahre Strahlentherapie. Aus der Universitäts-Frauenklinik Breslau (Vorstand: Geheimrat Küstner). Zt. f. Geb. Bd. 80, S. 627.

Nachdem nunmehr fünf Jahre vergangen sind, seitdem an der Breslauer Frauenklinik bei insgesamt 548 Frauen die Strahlenbehandlung erprobt werden konnte, ist es von Interesse, die Gesamtresultate dieser Behandlungsmethode einer Betrachtung zu unterziehen.

Was zunächst die Erfahrungen bei Myomen und Metropathien anlangt, so wurden in dem fünfjährigen Zeitraum (1912—1917) 96 Myome und 67 Fälle von Metropathien behandelt. Die Erfolge waren bei richtiger Indikationsstellung ganz ausgezeichnet, denn die Strahlentherapie ergibt 100 % Heilung. Keine Patientin, bei welcher die Bestrahlungsbehandlung unternommen wurde, brauchte später wegen eines Mißerfolges operiert zu werden. Bei den Myomen trat nicht nur in allen Fällen ein Sistieren der Blutungen ein, sondern bei sämtlichen nachuntersuchten Patientinnen war auch eine ganz bedeutende Schrumpfung der Tumoren eingetreten, die in den meisten Fällen so weit ging, daß anscheinend ein völlig normal großer Uterus vorlag. Die Technik ist folgende: Es wird in Serien zu sechs Feldern bestrahlt; zwischen den einzelnen Serien drei Wochen Pause: 4—5 Serien genügen zur Herbeiführung der Amenorrhoe bzw. der Schrumpfung der Tumoren; jedes Feld erhält pro Sitzung unter 3 mm Aluminiumfilter 30 X, nach Kienböck gemessen (Apexapparat, Müllersche Siederöhre, Belastung von ca. 3—4 Milliampère).

Bei der Strahlenbehandlung der bösartigen Geschwülste wurde an dem von Anfang an eingenommenen Standpunkt festgehalten, ausschließlich inoperable Karzinome zu bestrahlen, die operablen jedoch der Operation vorzubehalten. Bestrahlt wurden in der Zeit vom 1. Februar 1913 bis 1. Mai 1917 insgesamt 303 Krebse, die sich auf 279 Zervixkarzinome, 17 inoperable Rezidive nach Totalexstirpation und 7 inoperable Vulvakarzinome verteilen. Das Gesamtergebnis der Erfolge bei diesen Fällen war ein recht betrübendes: Von den 303 inoperablen Karzinomen befinden sich heute nur sieben Patientinnen in einem Zustand, wo zurzeit kein Karzinom mehr mit den klinischen Untersuchungsmethoden zu erkennen ist, die klinische Heilung ist also die Ausnahme.

Dagegen ist die Strahlentherapie die beste Palliativmethode, die wir besitzen. Das Karzinom verschwindet in den meisten Fällen, und 6, 12 sogar 18 Monate kann dieser Zustand anhalten; dann aber stellen sich die alten Beschwerden allmählich wieder ein, die nicht zerstörten Krebszellen gewinnen über das Narbengewebe die Oberhand und die Patientin geht an ihrem Leiden zugrunde.

Die sieben klinischen Heilungen, die erzielt werden konnten, bezogen sich ausschließlich auf Zervixkarzinome. Von den 17 Rezidiven nach Totalexstirpation sowie von den Fällen von Vulvakrebs war der Erfolg völlig negativ: von diesen ist keine Patientin mehr am Leben.

Ganz anders verhält es sich mit der sogen. prophylaktischen Bestrahlung, d. h. der Anwendung der Strahlen nach der Radikaloperation, um das Rezidiv hintanzuhalten. Von 66 abdominal operierten Zervixkarzinomen, die in den vier Jahren 1913—17 prophylaktisch bestrahlt wurden, sind 42 rezidivfrei, das ergibt eine Rezidivfreiheit von 63,6 %: ebenso wurden von acht radikal operierten Vulvakarzinomen, die in derselben Weise behandelt waren, bei der Nachuntersuchung alle rezidivfrei und arbeitsfähig befunden.

Von besonderem Interesse für die Beurteilung des Erfolges der prophylaktischen Bestrahlung ist ein Vergleich mit operierten, aber nicht bestrahlten Patientinnen, wobei natürlich Wert darauf zu legen war, daß die Nachuntersuchung den gleichen Zeitraum und die gleiche Beobachtungszeit wie bei den prophylaktisch Bestrahlten umfaßte. Der Autor hatte im Jahre 1914 — in ähnlicher Weise wie bei den bestrahlten Patientinnen — vier Jahrgänge, 1909—1913, der damals operierten und nicht bestrahlten Patientinnen nachuntersucht und dabei von 175 Patientinnen noch 51 als rezidivfrei erkannt, d. h. also 29,1 %. Dieser Unterschied gegenüber den prophylaktisch Bestrahlten, bei denen 63,6 % rezidivfrei notiert werden konnten, ist außerordentlich und zeigt am klarsten die große Bedeutung, die man dieser Behandlungsmethode beimessen muß.

Die Technik war so, daß die Kranken nach der Operation zunächst alle vier Wochen ausschließlich mit Röntgenstrahlen, und zwar mit einer Dosis von 400—500 X pro Serie, bestrahlt werden. Nach $^1/_2$—$^3/_4$ Jahren werden die Intervalle etwas größer, so daß es im zweiten Jahre allmählich zu Pausen von Vierteljahren kommt. 2—3 Jahre müssen die Bestrahlungen unbedingt fortgesetzt werden. Auf die Anwendung radioaktiver Substanzen wird bei dieser postoperativen Behandlung verzichtet. Schädigungen kamen niemals vor. *H. M.*

Fr. Schauta, Wien. Myom und Karzinom im Lichte der Strahlenbehandlung. Zbl. f. Gyn. 1917, Nr. 19, S. 441.

Schauta wendet sich gegen eine übertriebene Bewertung der Strahlentherapie der Myome und Karzinome.

Was zunächst die Myome anlangt, so betont Schauta, daß die Myomoperationen heute zu den sichersten Eingriffen gehören. Bei unkomplizierten Fällen ist die Mortalität gleich Null; die Beschwerden nach der Operation sind bei individualisierender Behandlung äußerst gering: Ovulation und Menstruation bleiben nicht selten erhalten, auch auf die

Gestationsfähigkeit braucht nicht immer verzichtet zu werden; die Kontraindikationen, welche sich früher aus der Gefahr der allgemeinen Narkose bei gewissen Komplikationen von seiten des Herzens und der Luftwege gegen die vaginale oder abdominale Köliotomie ergaben, sind durch die Technik der parametranen Leitungsinfiltration und der sakralen Anästhesie nicht mehr maßgebend.

Diesen Vorteilen der Operation gegenüber ist die Strahlentherapie mit einer ganzen Reihe von Nachteilen belastet. Während für die operative Therapie fast ohne Ausnahme der Satz gilt, daß mit der gelungenen Operation die Krankheit geheilt ist, ist durch die Strahlenbehandlung im besten Falle nur ein Symptom, das der Blutung, ausgeschaltet, dagegen bleibt die Krankheit im eigentlichen Sinne, die Geschwulst selbst mit all ihren Zufälligkeiten für das ganze restliche Leben zurück. Für die Anfangszeit nach der Strahlenbehandlung bestehen Gefahren und Beschwerden aus zurückbleibenden Schmerzen und Entzündungen. Sind diese Gefahren vielleicht im Laufe von Monaten oder Jahren geschwunden, dann kommen oft sehr spät auch die Gefahren aus bösartiger oder gutartiger Degeneration, die wiederum zu Schmerzen, Ausfluß, Blutungen, Fieber und eitriger Einschmelzung durch Nekrose und zystischer Degeneration führen können. Eine Frau nach erfolgreicher Röntgenbehandlung muß nach Ansicht Schautas in dauernder ärztlicher Behandlung bleiben, um etwaige aus der Natur der verbleibenden Myome sich ergebende Gefahren rechtzeitig erkennen zu lassen.

Dazu kommt als sehr wesentlicher Fehler die große Zahl der Kontraindikationen gegen die Röntgentherapie. Um über die Häufigkeit derselben eine Vorstellung zu gewinnen, hat Schauta aus der Zahl der letzten 200 Myomoperierten, wie sie wahllos vom November 1914 bis März 1917 der Reihe nach in seine Hände kamen, alle diejenigen ausgehoben, die nach der Anamnese, dem objektiven Befund und der anatomischen Untersuchung des bei der Operation gewonnenen Präparates keine Aussicht auf Erfolg der Strahlenbehandlung geboten hätten. Diese Fälle erstreckten sich auf entzündliche Adnexa und größere eitrige Adnextumoren (51 Fälle = 25%), Tumoren, bei denen Schmerzen vorhanden waren, aber keine Blutungen bestanden (50 Fälle = 25%), Nekrose und zystische Erweichung (35 Fälle = 17,5%), sarkomatöse Degeneration oder Komplikation mit Karzinom des Uteruskörpers (9 Fälle = 4,5%), Verdrängungserscheinungen oder hochgradige Blasenbeschwerden mit Harnstauung (29 Fälle = 14,5%). — Gegenüber dieser großen Zahl von Kontraindikationen gegen die Röntgenbestrahlung konnte Schauta als für die Strahlentherapie geeignet unter den oben genannten 200 Fällen nur 41 (20,5%) bezeichnen, nur in diesem auffallend geringen Prozentsatz der Fälle hätte man sich einen vollen und dauernden Erfolg der Bestrahlung versprechen können.

Bezüglich der Mortalität der 200 operierten Myome ergab sich nur eine solide von 1,5%: 3 Fälle starben (1 Fall von vereitertem Zervixmyom mit Streptokokkeneiter, 1 Fall von intraligamentärem Myom mit eitrigen Adnexen und 1 Fall von Verjauchung eines nekrotischen Myoms), und zwar handelte es sich dabei ausnahmslos um Kranke, die für die Strahlenbehandlung nach Ansicht Schautas nicht in Frage gekommen

wären. Die Operationsmortalität der unkomplizierten für die Strahlentherapie in Betracht kommenden Fälle ist gleich Null.

Was nun weiter die Frage des Ersatzes der Karzinomoperation durch die Strahlenbehandlung anlangt, so muß zugegeben werden, daß es auf dem Gebiete der operativen Bekämpfung des Gebärmutterkrebses trotz jahrzehntelanger Bemühungen zur Besserung der Resultate recht traurig aussieht. Unter diesem Gesichtspunkte wäre es sehr erwünscht, ein anderes Mittel zu besitzen, um die traurige Lage der Erfolge zu ändern. Ob allerdings die Strahlenbehandlung diesen ersehnten Umschwung bringen wird, steht nach Ansicht Schautas noch dahin.

Die Erfahrungen an der Schautaschen Klinik während der 3 bis 4jährigen Beobachtungszeit, die erst jetzt zur Verfügung steht, haben gelehrt, daß von 235 mit Radium behandelten Gebärmutterkrebsen (206 inoperable, 9 Grenzfälle, 20 operable Fälle) 45 primär geheilt wurden, insofern als sie 3 Jahre (6 Fälle), 2 Jahre (11 Fälle), 1 Jahr (10 Fälle) oder weniger als 1 Jahr (18 Fälle) nach Abschluß der Behandlung gesund erschienen.

Schauta kommt zu dem Schluß, daß auch nach strengster Indikationsstellung der Strahlentherapie immer noch ein überaus großes kaum zu bewältigendes Arbeitsgebiet für diese Behandlungsart übrigbleibt, zweckmäßig ist es aber, Ärzte und Kranke vor übertriebenen Hoffnungen und vor Enttäuschungen zu bewahren. *H. M.*

Privatdozent Dr. Thaler. Über 10—15jährige Heilungen nach operativer Behandlung des Collumkarzinoms. Stellungnahme zur Frage der Strahlenbehandlung operabler Fälle. Aus der I. Universitäts-Frauenklinik in Wien (Vorstand: Hofrat Schauta). Zt. f. Gyn. 1917, Nr. 9, S. 209.

Krönig hatte die Behauptung aufgestellt, daß die chirurgische Behandlung des Collumkarzinoms trotz aller Fortschritte der Technik und der Narkose trostlose Resultate ergibt. Diese Behauptung wurde von Krönig gestützt durch die Mitteilung der absoluten Heilungszahlen der in seiner Klinik operierten Karzinomfälle. Es ergab sich nämlich, daß nach 5jähriger Beobachtung eine absolute Heilung von nur 5,85% festzustellen war, daß nach 7 Jahren die Zahl schon auf 3,4% gesunken war und daß nach 10jähriger Nachbeobachtung von 36 Fällen keiner mehr lebend angetroffen wurde, wobei die Nachforschung ergab, daß alle diese Formen (mit einer Ausnahme) wirklich an Karzinom zugrunde gegangen waren. Es war somit bei Krönig nach Ablauf eines 19jährigen Beobachtungsintervalles von einer Heilung nicht mehr zu sprechen, ihr Prozentsatz hatte den Nullpunkt erreicht. Da die Strahlentherapie nicht noch schlechtere Resultate ergeben kann, so schloß Krönig, muß es gestattet sein, auch die operablen Fälle der alleinigen Strahlenbehandlung zu unterwerfen, die noch dadurch den Vorzug gewinnt, daß ihr nicht der Nachteil größerer primärer Mortalität anhaftet.

Diese überraschenden Feststellungen gaben dem Autor Veranlassung, das Karzinommaterial der Wiener Frauenklinik in ähnlicher Weise zu durchforschen. Sie führten zu einem Ergebnis, das gegenüber den Ermittelungen Krönigs als überaus günstig bezeichnet werden muß. Es zeigte sich zunächst, daß von den innerhalb 10 Jahren beobachteten 836 Frauen noch 154 der Operierten nach Ablauf von 5 Jahren am Leben

waren, das ergab ein absolutes Heilungsprozent von 18,4 (gegenüber Krönigs 5,85%). Die Operationsmortalität der erweiterten vaginalen Totalexstirpation betrug 7,3%, verringerte sich aber innerhalb der letzten 6 Jahre namentlich im Anschluß an die Anwendung der parametranen Leitungsinfiltration und der sakralen Anästhesie auf 4,1%.

Auch die Zahl der 10jährigen Dauerresultate gestaltete sich günstiger als bei Krönig: von 72 wegen Collumkarzinom operierten Fällen, die 5 Jahre nach der Operation rezidivfrei waren, waren 60 noch weitere 5—10 Jahre gesund geblieben; die Zahl der Spätrezidive war also außerordentlich gering.

Thaler zieht aus diesen Beobachtungen den Schluß, daß man berechtigt sei, bezüglich der Strahlenbehandlung operabler Fälle vorläufig noch eine abwartende Stellung einzunehmen, bis die Garantien dafür gewonnen sein werden, daß die Strahlenbehandlung hinsichtlich primärer und sekundärer Heilung noch Besseres als die operative Therapie zu leisten imstande ist. Dagegen bietet sich der Strahlentherapie Gelegenheit, an den sog. Grenzfällen ihre Leistungsfähigkeit zu erweisen, d. h. Fällen mit bis an die Beckenwand reichenden, bei der Rektaluntersuchung nach oben gerade noch abgrenzbaren Infiltraten. bei denen erfahrungsgemäß die operative Behandlung außerordentlich ungünstige Ergebnisse zeitigt. Erst ein etwaiges Überwiegen der 5jährigen Dauerheilungen nach Strahlenbehandlung der Grenzfälle würde im Verein mit guten Primärresultaten die tatsächliche Überlegenheit der neuen Heilbestrebungen gegenüber der operativen Therapie erweisen. *H. M.*

P. Kroemer. Der Einfluß der Strahlentherapie auf die Krebsbehandlung und die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit. Aus der Universitäts-Frauenklinik in Greifswald. Mon. f. Geb. u. Gyn. Bd. 46, H. 4, S. 292.

Wenn auch in den letzten Jahren dank der technischen Verbesserungen der operativen Methoden die Chancen des Erfolges gestiegen sind, so konnte die absolute Dauerheilung der Uteruskrebse über 20—25% doch nicht gesteigert werden. Begreiflich ist also die allgemeine Sehnsucht nach einer Unterstützung der operativen Therapie durch die Strahlenbehandlung.

Nach mannigfachen Variationen und Irrwegen hat Kroemer sich zu einer Art Therapie der mittleren Linie durchgearbeitet. Die übergroße Massierung der Dosen und Verstärkung der Strahlenquelle hat sich nicht bewährt. Im allgemeinen werden in einer Serie an 6 Tagen je 6mal 100 mg-Stunden Radiumbromid bzw. je 12mal 50 mg-Stunden Radiumbromid verabreicht. Der Tumor wird bei Beginn der Behandlung gründlich exkochleiert und ausgeglüht, um die radioaktive Wirkung von vornherein auf die Grenzschichten zu lenken. Zwischen je 2 Serien wird ein Intervall von 3—4 Wochen eingeschoben. Die ersten Bestrahlungen werden, um auch die weichen β-Strahlen zur Wirkung kommen zu lassen, mit einem vernickelten Messingfilter von 0,3—0,5 mm Wandstärke ausgeführt, nach erfolgter Reinigung des Karzinomkraters wird die Filterdicke auf 0,8 bis 1,2 mm gesteigert.

Kroemer ist unbedingter Anhänger der Kombination der Radiumbehandlung mit der Röntgentherapie. Der Versuch, die Anwendung von Radium oder Mesothorium gänzlich durch die Röntgenstrahlen zu ersetzen,

ist gescheitert. Wir besitzen bisher keine Röntgenmaschine, deren Strahlen mit den harten γ-Strahlen der radioaktiven Körper konkurrieren könnten. Wir können vor allen Dingen die Strahlenquelle der Röntgenröhren nicht in den Tumor hineintragen; daher bleibt diese zentrifugale Strahlenwirkung dem Radium reserviert. Im Gegensatz dazu gibt die Röntgenmaschine uns in der Vielfelderbestrahlung das Mittel an die Hand, die in der Tiefe versteckten und verstreuten Karzinomausläufer durch die zentripetale Bestrahlung zu erfassen und zu schädigen. Diese Lösung ist befriedigender als das Ausschließen der einen durch die andere Strahlenquelle.

Kroemer schließt also die Röntgenbehandlung gleich an die Radiumtherapie an, mit der Tendenz, möglichst im 1. Vierteljahr der Behandlung ein Maximum von 3000 X Tiefenbestrahlung zu erzielen. In der Folge werden die Pausen länger, die Strahlenmengen kleiner bemessen.

Bei dieser vorsichtigen Dosierung wurde niemals eine Fistel beobachtet, dagegen kamen Reizungen der Blase und des Mastdarmes häufiger vor. Auch unangenehme Gewebsschädigungen traten vereinzelt auf, so z. B. bei einem großen Kollumkarzinom, bei dem noch 14 Monate nach der Mesothoriumbestrahlung und nach Heilung des malignen Prozesses eine Rektumschwiele sich ausbildete. Bemerkenswert war, daß hier die Vagina völlig intakt war.

Eine andere eigenartige Störung zeigte sich bei Allgemeinbestrahlung des ganzen Abdomens im Verlaufe eines weit vorgeschrittenen Kollumkarzinoms. Die Patientin erkrankte einen Tag nach Beendigung der Bestrahlung mit einer kompletten Darmatonie mit konsekutivem Ileus, die 8 Tage anhielt und die Patientin an den Rand des Grabes brachte. Die Röntgenbestrahlung kann also neben ihrer Reizwirkung gelegentlich auch einmal eine lähmende Wirkung auf den Darm entfalten.

Wie nach schweren Verbrennungen mit Massenzerstörung roter Blutkörperchen die Nieren in Mitleidenschaft gezogen werden, so erlebte Kroemer auch wiederholt bei protrahierter Bestrahlung das Auftreten von Nierenstörungen. Nach seinen Erfahrungen leiden besonders ältere Leute nach der intensiven Bestrahlung sehr bald an Nierenreizungen, die zunächst als Nephrose in die Erscheinung treten, später aber zweifellos auch zu Gefäßschädigungen führen. Es scheint also, daß schon geschädigte Nieren oder solche mit erworbener oder angeborener Disposition durch Bestrahlung gefährdet sind. Von Interesse war ein von Kroemer beobachteter Fall von Anurie, die dadurch zustande gekommen war, daß der Ureter in derbe schwielige Narben eingebettet war und so komprimiert wurde. Die Kranke ging an Urämie zugrunde.

Eine besonders schlechte Prognose gaben nach den Erfahrungen Kroemers diejenigen Fälle, die von vornherein mit quälenden, neuritischen Schmerzen kamen, sie gingen trotz der Bestrahlung in den wegen der fürchterlichen Schmerzen unerträglichen Zustand der karzinomatösen Ischias über. Selbst hohe und höchste Strahlendosen erwiesen sich gegenüber dieser krebsigen Neuritis im Ischiadicus, Cruralis, Plexus sacralis usw. wirkungslos. Ebenso wie gegen die krebsige Nerveninfiltration hat auch die Strahlentherapie gegen die Drüseninfiltration im Stich gelassen. In keinem Falle konnte Kroemer eine Heilung krebsiger Drüsen durch radioaktive Körper erzielen.

Wenn Kroemer im Laufe der letzten Jahre von allzu großen Erwartungen hinsichtlich der Strahlentherapie des Karzinoms abgekommen ist, so geschah das in erster Linie wegen der Resultate, die durch mikroskopische Resultate der ständig vorgenommenen Probeexzisionen gewonnen wurden. Es zeigte sich, daß klinisches Wohlbefinden sich durchaus nicht immer mit Rezidivfreiheit deckte. Dazu kam, daß eine ganze Reihe von früher als Glanzfälle der Strahlentherapie vermerkter Patientinnen später mit inoperablen Tumoren zur Nachuntersuchung kamen. Während im Winter 1916 von 108 Fällen noch 63% bei 2—3jähriger Beobachtung als klinisch geheilt bezeichnet werden konnten, ist in der Zwischenzeit das Gesamtresultat durch eine größere Anzahl von Rezidiven erheblich verschlechtert worden, so daß jetzt kaum noch die Hälfte der vorläufig geheilten Fälle rezidivfrei sind.

Kroemer hält sich daher für verpflichtet, den Primärtumor in operablen Fällen so bald als möglich und so radikal als möglich zu entfernen. Die Bestrahlung kann nur dazu dienen, Rezidive zu verhindern und primär inoperable Fälle nach Möglichkeit operabel zu machen. Auch bei inoperablen Halskrebsen hält der Autor die palliative Entfernung des Korpus und der Adnexe infolge der notwendigen Gefäßunterbindungen und des Ausfalles der Ovarialsekretion für einen gebotenen Eingriff, der die Chancen der nachfolgenden Bestrahlung erheblich steigert. Korpuskarzinome werden prinzipiell durch Totalexstirpation erledigt.

Kroemer ist durchaus kein Gegner der Strahlentherapie, er ist im Gegenteil der Überzeugung, daß wir die Bestrahlung als unser mächtigstes Palliativum nicht entbehren können. Verlangen wir aber nicht zu viel von dieser Methode, erleichtern wir den Strahlen die Aufgabe durch operative Vernichtung des Primärtumors und wir werden entschieden zu einer allgemeinen gleichmäßigen und sachlichen Begutachtung hinsichtlich der Leistungsfähigkeit der Strahlentherapie gelangen. *H. M.*

Dr. Lina Ramsauer. Ein Beitrag zur Frage der Radium- und Mesothoriumtherapie bei Karzinomen der weiblichen Genitale. Aus der Universitäts-Frauenklinik zu Göttingen (Direktor: Geheimrat Jung). Mon. f. Geb. u. Gyn., Bd. 47, H. 2 u. 3, S. 153 u. S. 253.

In der Göttinger Frauenklinik wurde die Radiotherapie der Krebse in der Zeit vom 1. Mai 1913 bis 18. September 1916 in 61 Fällen von Genitalkarzinom eingeleitet und außerdem in 15 Fällen von Rezidiven nach Radikaloperation, also insgesamt bei 76 Frauen.

Die Indikationsstellung ist während dieser ganzen Zeit stets die gleiche geblieben: ausschließlich Bestrahlung bei inoperablen Fällen und Rezidiven. Die Mehrzahl war lokal inoperabel, bei 9 Patientinnen ergaben der Allgemeinzustand oder andere Organerkrankungen (Tabes, schwere Anämie, Herzinsuffizienz u. dgl.) ein Verbot der Operation.

Durchgeführt wurde die Behandlung nur in 24 Fällen, da eine große Zahl der Kranken nicht wiederkam und keine Nachricht gab; 6 Patientinnen starben schon vor Abschluß der Behandlung.

Es ist nicht auffallend, daß bei diesem Material die Heilerfolge nicht groß waren. Immerhin war doch bei 18 Frauen eine bedeutende Besserung des lokalen Befundes zu verzeichnen und das Allgemeinbefinden hatte sich

in erfreulichem Maße gehoben. In vereinzelten Fällen wurden Heilungen erzielt, so war z. B. eine Patientin mit Karzinomrezidiv nach vaginaler Totalexstirpation in der Episiotomienarbe 2 Jahre und 4 Monate nach der letzten Bestrahlung rezidivfrei und in bestem Allgemeinbefinden — eine Frau mit inoperablem Portiokarzinom ist seit fast 2 Jahren frei von Krebs, befindet sich wohl und ist voll arbeitsfähig u. a. m. Die Radiotherapie der inoperablen Karzinome, so folgert der Autor, ist mithin nicht nur berechtigt, sie ist notwendig.

Was die in Göttingen angewandte Technik anlangt, so arbeitete man zu Beginn der Radiotherapie in Übereinstimmung mit dem Vorgehen der meisten deutschen Autoren mit hohen Dosen und Bleifiltern.

100 mg Mesothorium blieben 48 Stunden und 60 Stunden liegen. Nach 2—24 stündigen Pausen wurden sie wiederum eingeführt, d. h. es wurden bis 26 000 mg-Stunden in einer sich auf Tage erstreckenden Behandlungsserie verabfolgt. Erhebliche Schädigungen führten zu einer neuen Technik: Das Präparat bleibt nie länger als 20 Stunden liegen, in der Urethra nur 6 Stunden hintereinander. Es wird frühestens nach 24 Stunden aufs neue appliziert. Sind 6000 mg-Stunden (entweder 3×100 mg × 20 Stunden oder 6×50 mg × 20 Stunden) verabfolgt, so tritt eine 4—6 wöchige Pause ein. Die Gesamtbehandlung besteht im allgemeinen in 3—4 Bestrahlungsserien. Die „prophylaktische" Bestrahlung besteht in der Regel aus 3 Serien zu 3000 mg-Stunden.

Die der Klinik zur Verfügung stehenden Präparate waren 150 mg Radiumbromid, zu je 50 mg in ein Glasröhrchen eingeschmolzen in einem 25 mm langen Platinröhrchen von 0,2 mm Wandstärke. Als Filter gelangte ein Messingfilter von 1,5 mm Dicke zur Anwendung.

Die große Mehrzahl der Patientinnen vertragen die Bestrahlungen ohne Reaktion, d. h. ohne Alteration im Allgemeinbefinden. Manche Patientinnen zeigten dagegen Temperatursteigerungen bis zu 40°, die sowohl während der Bestrahlung als auch nach Entfernung des Präparates auftraten. Von Tenesmen (mit Abgang von Schleim und Blut) wurden mehrere der Kranken befallen; die lästigen Symptome verschwanden jedoch meist 2—3 Tage nach der Bestrahlung. Ulzera an der Applikationsstelle des Präparates waren kaum zu vermeiden, doch handelte es sich meist um leichteste Schädigungen. Rektovaginalfisteln traten in einigen Fällen auf. *H. M.*

Prof. A. Labhardt. Operation oder Bestrahlung des Uteruskarzinoms? Aus dem Frauenspital Basel-Stadt. Korr. f. Schw. Ä., Bd. 47, Nr. 30, S. 963.

Die Erfahrungen, die am Frauenspital Basel mit der Strahlentherapie der Karzinome gemacht wurden, waren leider sehr wenig erfreulich. Die Kranken, die zur Behandlung kamen, waren 13 operable Fälle, die ausschließlich mit Strahlen behandelt wurden, 17 operable, die operiert und nachbestrahlt wurden und schließlich 20 inoperable Fälle und 4 Rezidive, welche bestrahlt wurden.

Das Resultat war, daß von den operablen Fällen, die lediglich mit Strahlen behandelt wurden, zurzeit noch 2 Kranke d. h. 15,4% klinisch geheilt sind, während 61,5% ungeheilt blieben resp. sich verschlimmerten und 23% tot sind. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die

längste Beobachtungsdauer seit Einleitung der Therapie kaum mehr als 2 Jahre beträgt.

Von den 17 Fällen, welche zuerst operiert und dann nachbestrahlt wurden, wurden dagegen 12=70,6% klinisch geheilt. Wenn auch bei diesen Frauen die Beobachtungszeit noch viel zu kurz ist, als daß von .einer definitiven Heilung gesprochen werden könnte, so ist der Erfolg bei diesen Fällen gegenüber den nicht-operierten doch ein so sehr viel besserer, daß Labhardt danach die prinzipielle Strahlenbehandlung operativer Karzinome strikte ablehnen muß.

Was nun weiter die Erfolge bei den von vornherein inoperablen Fällen und bei den Rezidiven anlangt, so sieht hier die Statistik auch sehr trübe aus. Kein einziger der 24 Fälle ist auch nur klinisch geheilt worden: 13 sind bisher gestorben und 11 sind ungeheilt. Allerdings muß hervorgehoben werden, daß mehrere der Patientinnen infolge der Strahlenbehandlung ihre Beschwerden zeitweise verloren und sich relativ recht wohl fühlten, die Blutungen, der jauchige Ausfluß gingen zurück oder verloren sich ganz und schon dadurch erfolgte eine wesentliche Hebung des Allgemeinbefindens. Die Radiumstrahlen sind also bei inoperablen Tumoren ein wirksames und bis zu einem gewissen Grade brauchbares Palliativum, als Radikalmittel spielen sie jedoch nicht die Rolle, die ihnen vielfach beigemessen wurde.

Von großer Bedeutung für die Beurteilung des Wertes der Strahlentherapie sind die durch diese Methode gesetzten Schädigungen. Sie sind bei den in Basel bestrahlten Fällen leider nicht gering anzuschlagen. Die Hauptrolle spielten die Tenesmen, besonders die Rektal-Tenesmen und die Schädigungen des gesamten Gewebes, die zu Fisteln führten. Von den 37 ausschließlich mit Strahlen behandelten Patientinnen klagten bisher 16 über Tenesmen, die in manchen Fällen sich über viele Wochen und Monate hinzogen und, aller Therapie zum Trotz, die Kranken in einen höchst bedauernswerten Zustand brachten. Bedenklicher noch als die Tenesmen waren die zahlreich auftretenden Fisteln nach der Blase und nach dem Mastdarm zu, die ebenfalls der Strahlentherapie zur Last gelegt werden müssen. In all diesen Fällen konnte man sich des Eindrucks nicht erwehren, daß in anbetracht der geringfügigen Besserungen des Grundleidens diese durch die schweren Schädigungen viel zu teuer erkauft werden.

Im Hinblick auf diese kläglichen Resultate der Radiumtherapie, die mit denen anderer Autoren im krassen Widerspruch stehen (vgl. z. B. die Resultate von Baisch, Döderlein, Bumm u. a.), ist die Frage der in Basel angewandten Technik von besonderem Interesse.

Die Baseler Frauenklinik gelangte im Januar 1915 in den Besitz von 50 mg Radiumbromid, das in 2 Hülsen zu je 25 mg eingeschlossen ist. Das Radiumröhrchen wurde in eine Silberhülse von $^1/_2$ mm Wandstärke gebracht und mit einem Messingfilter von 1 mm Dicke umgeben. Vor der Applikation wird diese Messingkapsel in flüssiges Paraffin eingetaucht und erhält so einen weiteren Überzug von filtrierendem Material. Endlich wird das ganze noch mit einer mehrfachen Schicht von hydrophiler Gaze umwickelt. In den geeigneten Fällen wird zuerst das Karzinom exkochleiert

und das Radium dann in den durch die Auslöffelung geschaffenen Trichter gelegt. Bei Korpuskarzinomen erfolgte die Einlegung in die Uterushöhle.

Die Behandlung erfolgte in einzelnen Serien, zwischen denen jeweils ein Intervall von 4—5 Wochen lag. Die einzelne Serie, bei der immer 50 mg Radium verwendet wurde, dauerte 3—4 mal 24 Stunden, so daß die applizierte Strahlenmenge pro Serie 3600—4800 mg-Stunden betrug. Die meisten Fälle bekamen Dosen von insgesamt 8000 bis über 16000 mg-Stunden; es handelte sich also um eine sehr energische Intensivbestrahlung.

Demgegenüber wurde die zur Unterstützung des Radiums herangezogene Röntgentherapie sehr gering dosiert: 50—80 X pro Serie, nur abdominal appliziert. Der Autor betont mit Recht, daß diese geringen Dosen den Endeffekt der Strahlenbehandlung wohl nicht in nennenswerter Weise beeinflussen konnten. — Bei der postoperativen Strahlenbehandlung der Krebse, für die ausschließlich Röntgenstrahlen zur Anwendung kamen, wurden alle 4 Wochen eine Serie von Bestrahlungen gegeben, bei der die Patientin etwa 200 X = 20 Sabourauddosen, verteilt auf 3 abdominelle, 7 cm im Durchmesser betragende Felder bekam.

Der Autor hat die Absicht, die Technik insofern abzuändern, als er die massiven Radiumdosen aufgeben wird. Es sollen nur 25 mg Radium jeweilen eingelegt werden, die nur 12 Stunden liegen bleiben, dann folgt eine Pause von 36 Stunden, darauf wieder eine 12stündige Radiumapplikation; hierauf wieder eine 36stündige Pause und hernach wieder eine Bestrahlung von 12 Stunden. Durch Einschaltung dieser Pausen ist namentlich dem gesunden Gewebe Rechnung getragen; es hat während derselben immer wieder Zeit sich zu erholen.

Neben dieser vorsichtigen Dosierung erblickt der Autor als eine der Hauptaufgaben der Technik, für die Zukunft Vaginal- und Darmschädigungen zu vermeiden. Durch möglichst weites Einschieben der Radiumkapsel in den Karzinomherd resp. in das Kollum wird die Scheide aus dem Bereiche der Strahlen kommen. Zum weiteren Schutze soll unterhalb der Portio eine Bleieinlage, nach Art einer Portiokappe zu liegen kommen. Es ist anzunehmen, daß die häufigen Schädigungen der hinteren Vaginalwand und des Rektums davon herrühren, daß der distale Teil der Radiumkapsel, der entsprechend der Richtung des Kollums nach hinten gerichtet ist, in den betreffenden Fällen der hinteren Vaginalwand zu nahe kam; ferner ist darauf zu achten, daß auch das hintere Vaginalgewölbe gut durch Tamponade ausgestopft wird.

Der Autor gibt der Hoffnung Ausdruck, daß bei Anwendung dieser veränderten Technik und unter Beobachtung der genannten Kautelen die Resultate der Radiumtherapie sich bessern werden; es ist anzunehmen, daß auch die schweren Schädigungen dann nicht mehr so häufig eintreten. *H. M.*

Dr. P. Hüssy. Zwei Jahre Radium im Frauenspital Basel. Aus dem Frauenspital Basel (Vorstand: Prof. Labhardt). Mon. f. Geb. u. Gyn. Bd. 46, H. 6, S. 519.

Der Autor berichtet über die seit 2 Jahren im Frauenspital Basel an 54 Frauen gemachten Erfahrungen mit der Strahlentherapie der Uteruskrebse.

Was zunächst die Technik anlangt, so werden Röntgen- und Radium-

bestrahlungen kombiniert. Das Präparat, 50 mg Radiumbromid, wurde in einem Messing- oder Aluminiumfilter eingeschlossen und anfangs 24 Stunden, später mehrere Tage ohne Unterbrechung in den exkochleierten Karzinomkrater eingelegt. Daneben wurden relativ kleine Röntgendosen verabfolgt.

Auffallend ist die große Zahl und die Schwere der Schädigungen, über welche die Autoren berichten: Es entstanden wiederholt große Rektum- oder Blasenscheidenfisteln, die sich auf operativem Wege nicht mehr heilen ließen und den Tod durch Pyelonephritis oder Pyonephrose herbeiführten. Ferner bestanden häufig genug sehr quälende Mastdarmtenesmen, die kaum zu beeinflussen waren. Es waren Frauen darunter, die Tag und Nacht schrien, trotzdem sie hohe Dosen Morphium und Pantopon bekamen. Durch Rektoskopie konnte öfters in diesen Fällen eine ulzeröse Proctitis nachgewiesen werden, ab und zu mit Bildung von Granulationstumoren, die bei der Berührung bluteten und stark schmerzten. Unter diesen Umständen ist es nicht auffallend, daß — wie der Autor berichtet — in der Schweiz sich beim Publikum eine gewisse Abneigung gegen die Radiumtherapie geltend macht und manche Patienten lieber das Risiko des operativen Eingriffes auf sich nehmen als die fürchterlichen Qualen der Rektaltenesmen mit konsekutiver Rektumscheidenfistel.

(Der Auffassung des Autors, daß diese schweren Nebenschädigungen sich bei dem heutigen Stande der Strahlentherapie nicht vermeiden lassen, kann man wohl nicht ohne weiteres zustimmen. Ref.)

Was die Erfolge der Bestrahlungen anlangt, so war die Strahlenempfindlichkeit der einzelnen Tumoren außerordentlich verschieden. Neben Karzinomen, die völlig refraktär waren, d. h. die sich durch die Strahlen gar nicht beeinflussen ließen, gab es solche, die in verblüffender Art und Weise reagierten. Schon nach der ersten Strahlenserie verschwinden Blutung und Jauchung, der lokale Befund wandelt sich in erstaunlicher Weise. Gewöhnlich ist nach etwa 4 Wochen vom Karzinomgewebe bei diesen Fällen nichts mehr zu sehen, die Portio hat sich manchmal vollkommen normal zurückgebildet, die Infiltration in den Parametrien hat sich gebessert oder ist ganz geheilt. Das sind die klinischen Heilungen, die aber durchaus nicht die Regel sind. Im allgemeinen war die Beobachtung zu machen, daß diese klinische Heilung rasch eintritt, wenn sie überhaupt durch die Bestrahlung erreicht wird; sie kann sowohl bei operablen als auch bei inoperablen Karzinomen erzielt werden. In manchen Fällen handelt es sich allerdings nur um eine Scheinheilung, denn wiederholt trat ganz plötzlich nach anfänglicher Heilung eine Wendung zum Schlimmen ein, ein Rezidiv, das dann meist mit großer Schnelligkeit wuchs und auch durch intensive Bestrahlung nicht mehr zu bekämpfen war.

Statistik:

1. Operable Fälle, operiert und nachbestrahlt 16
   Davon klinisch geheilt . . . . 11 = 68,7 %
2. Operable, nicht operierte Fälle . . . 14
   Davon klinisch geheilt . . . . 8 = 57,0 %
3. Inoperable Fälle 20
   Davon klinisch geheilt . . . . 2 = 10,0 %
4. Rezidive 4
   Davon klinisch geheilt . . . . 0 = 0,0 %

H. M.

Dr. F. Egli. Die Resultate der operativen Behandlung des Uteruskarzinoms an der Frauenklinik in Basel. Aus der Frauenklinik Basel (Direktor: Prof. Dr. Labhardt). Korr. f. Schw. Ä., Bd. 48, S. 699.

Der Autor berichtet über die Leistung der operativen Therapie des Uteruskarzinoms an der Basler Frauenklinik, um damit eine Basis zu schaffen, die zum späteren Vergleich mit der Strahlentherapie notwendig ist. Zu diesem Zwecke wurde allen während 10 Jahren 1902—1911 operierten Uteruskarzinompatientinnen nachgeforscht, viele nachuntersucht und womöglich schriftlich Nachricht eingeholt. Auch in den letzten Fällen ist somit die für die Dauerheilung geforderte 5jährige Beobachtungsdauer gegeben.

In dem genannten Zeitraum wurden in der Klinik insgesamt an Uteruskarzinom behandelt: 325 Fälle — davon wurden operiert 165 Frauen (50,7% Operabilität).

Die Operationsmortalität war relativ hoch: an den Folgen der Operation starben 45 Frauen, also 23,6% der Operierten!

Was nun die Dauerresultate anlangt, so blieben von den 165 Operierten 27 = 16,6% mindestens 5 Jahre geheilt, 5 verstarben an einer interkurrenten Krankheit und 35 waren verschollen.

Um einen Vergleich mit den durch Strahlentherapie geheilten Fällen zu ermöglichen, ist es natürlich nach Ansicht des Ref. notwendig, nicht die Gesamtzahl der Operierten, sondern die Gesamtzahl der in die Klinik eingelieferten Krebse zur Grundlage zu nehmen und, wie das auch Döderlein, Veit u. a getan haben, von dieser Zahl gar keine Abzüge zu machen. Danach ergibt sich:

Gesamtzahl der Krebse: 325. Davon leben nach 5 Jahren: 27.

Demnach ergibt sich als Resultat der operativen Therapie eine Heilung von 8,3%.

Der Autor betont mit Recht, daß man keinen Grund habe, mit den bisherigen Resultaten zufrieden zu sein und daß wahrscheinlich die Kombination der operativen Therapie mit der Strahlentherapie besseres zu leisten vermag als erstere allein. *H. M.*

J. Veit. Operative Ergebnisse bei Eklampsie und Uteruskarzinom. (Aus der Universitäts-Frauenklinik Halle.) Mon. f. Geb. u. Gyn., Bd. 46, H. 4, S. 285.

Den Strahlentherapeuten interessieren aus der Arbeit Veits in erster Linie die Ergebnisse der Krebsoperationen aus der Hallenser Frauenklinik.

Veit macht bei seinen Statistiken gar keine Abzüge. Er rechnet auf der einen Seite alle Patientinnen, die in die poliklinische oder Privatsprechstunde der Klinik kamen und auf der anderen Seite fragt er sich, wie viele von diesen Frauen leben noch nach 5 Jahren.

Für das Jahr 1904: 17,5%,
für das Jahr 1905: 16%,
für das Jahr 1906: 19%,
für das Jahr 1907: 25%,
für das Jahr 1911: 22%.

Diese Erfolge werden erzielt durch die abdominale Uterusexstirpation nach Freund und Wertheim. Vielleicht sind die guten Ergebnisse der letzten Jahre dadurch erzielt, daß Veit schon im Jahre 1907 begann, die Karzinome nach der Operation mit sogen. „homogenen Strahlen" nachzubehandeln. *H. M.*

Theodor Landau. Die Grenzen der operativen Gynäkologie. Aus der Privatheilanstalt von L. und Th. Landau. Berl. klin. Woch. 1918, Nr. 28, S. 658.

Auf Grund seiner Erfahrungen bei der Strahlenbehandlung der Myome, die sich auf 96 ausschließlich mit Radium behandelte Fälle erstreckten, kommt der Autor bezüglich der Abgrenzung der operativen und der Strahlenbehandlung zu folgender Indikationsstellung:

Für die Strahlenbehandlung kommen in erster Linie in Betracht: alle Fälle von Myomen, in denen Komplikationen mit Herzfehlern, Lungenleiden, Arteriosklerose, Nephritis, Diabetes, schweren Bluterkrankungen, Nervenleiden usw. die Operation gefährlich oder auch nur bedenklich erscheinen lassen. Auch sehr fette und sehr ausgeblutete Kranke gehören in diese Kategorie.

Nur für die operativen Verfahren kommen in Frage: 1. subperitoneale, gestielte Myome, deren Exstirpation stets eine spielend leichte und gefahrlose ist. 2. Myome, die schon in der Geburt oder gar geboren sind. 3. Myome, in denen sich entzündliche Prozesse abgespielt haben, welche zur Vereiterung und Nekrose geführt haben. 4. Myome, die durch Eierstockstumoren kompliziert sind. (Leider werden manchmal Ovarialneubildungen, z. B. Ovarialkystome, für Myome gehalten und die Patientin dann durch die Strahlentherapie gefährdet.) 5. Sehr große Myome, die den Nabel erreichen oder übersteigen, sowie solche bei Patientinnen im höheren Alter, welche eine große Wachstumsenergie zeigen. 6. Solche Myomkranke, die wegen mechanischer Beschwerden (quälende Drucksymptome in Form von Blasen- und Mastdarmbeschwerden, Druck auf die Harnleiter, Atembeschwerden usw.) ärztliche Hilfe aufsuchen. 7. Jugendliche Individuen unter 30 Jahren mit Myomen, da hier das operative Verfahren Erhaltung eines menstruationsfähigen Torsos des Uterus und Erhaltung beider Eierstöcke gestattet. 8. Solche Myome, bei denen eine technisch richtige Strahlenbehandlung nicht innerhalb dreier Monate zum Ziele führt, weil hier in den meisten Fällen refraktäre submuköse Myome die Ursache des Mißerfolges sind oder Polypen vorliegen, die durch Bestrahlung gleichfalls nicht beeinflußt werden.

Die Erfolge der Radiumbehandlung beim Carcinoma uteri waren erheblich unsicherere als bei den gutartigen Neubildungen. Allerdings handelte es sich bei den 126 Fällen, die bestrahlt wurden, fast ausschließlich um inoperable Fälle sowie um lokale Rezidive nach chirurgischen Operationen. Sicherlich ist bei allen diesen unglücklichsten Kranken, falls die Kachexie noch nicht zu weit fortgeschritten ist, die Radiumtherapie bei weitem das beste Palliativum und der Anfangserfolg ist vielfach der allerverblüffendste — aber in den meisten Fällen hielt die klinische Heilung nicht über 8—12 Monate an und die Kranken erlagen ihrem Leiden.

Immerhin trat bei drei Kranken, die also total inoperable Karzinome betrafen, eine Heilung ein, die 2—3 Jahre anhielt und vielleicht zur Dauerheilung führen wird. (Bei der Beurteilung der Erfolge ist zu berücksichtigen, daß es sich ausschließlich um Radiumtherapie handelte. Ref.)

Die Technik der Radiumbehandlung bei der Myomtherapie war folgende: Es werden in Pausen von 24—96 Stunden 4—6 mal für je 6—7 Stunden bzw. 2 mal je 16 Stunden 87,3 mg Radium in 0,1 mm Silberfilter eingeschlossen in den hinteren Scheidengrund eingelegt, also im ganzen etwa 2500—3500 mg-Stunden bestrahlt. Diese Serienbehandlung brauchte nur in ganz wenigen Fällen wiederholt zu werden.

Bei der Karzinombehandlung wurde das Radium (wiederum in 0,1 mm Silberfilter) auf 8 bzw. 16 bzw. 24 Stunden in Zwischenräumen von ein bis mehreren Tagen eingelegt. Die Serienbehandlung wurde in Zeiträumen von 2—5 Monaten wiederholt, so daß die betreffenden Frauen im Durchschnitt 4800—7200 mg-Stunden Radium erhielten.

Die auch von anderer Seite beobachteten Schädigungen blieben auch bei den vom Autor bestrahlten Patienten nicht aus: es traten manchmal rebellische Blasen- und Mastdarmtenesmen, viermal Mastdarmstrikturen und dreimal Mastdarmscheidenfisteln ein. *H. M.*

A. Mackenrodt. Bestrahlen? Operieren? Mon. f. Geb. u. Gyn., Bd. 46, H. 2, S. 162.

Die neue Lehre der Radiumbehandlung hat nach Ansicht Mackenrodts große Schwächen, die durch keinen noch so blendenden Erfolg verdeckt werden. Das Radium ist ein Mittel von örtlicher Einwirkung in beschränktester und dabei für das übrige Gewebe nicht ungefährlicher Weise; es wird in seiner heutigen Anwendung niemals ein Krebsheilmittel von weitreichender Wirkung werden. Nur dann, wenn das Messer nicht mehr möglich ist, oder bei Rezidivknoten nach vorausgegangener Operation, wenn man sich auf örtliche palliative Mittel beschränken muß, kommt das Radium in Frage; aber eine wirkliche Heilung dieser Fälle hat der Autor niemals gesehen.

Eine ganz andere Zukunft als die Radiumstrahlen haben nach Ansicht Mackenrodts die Röntgenstrahlen, die vielleicht noch einmal ein wirkliches Krebsheilmittel werden, mit dem man jeden Krebs, wo und wie tief er immer sitzen mag, vernichten kann, ohne das einbettende Körpergewebe zu schädigen. Allerdings ist die Leistungsfähigkeit der Röntgentherapie zur Zeit noch beschränkt. In der Krebsbehandlung nimmt der Autor folgenden Standpunkt ein.

Beginnende Uteruskarzinome werden am sichersten geheilt durch die Radikaloperation. Die Mortalität ist gering, sie wird reichlich aufgewogen durch die bedeutend größere Zahl der Rezidive nach der Strahlenbehandlung. Für Grenzfälle und inoperable Karzinome ist die Operation nur noch leistungsfähig in Verbindung mit der Bestrahlung. Wo die Operation noch durchführbar ist, kann sie noch eine, wenigstens für Zeit, erfolgreiche Bestrahlung vorbereiten, welche sonst ohne Operation zweifelhaften Wert hat. Ist die Operation nicht mehr möglich, so muß ausgelöffelt, mit 5% Chromsäure der Krebs geätzt

(eine neue von dem Autor angegebene Methode, die angeblich auf die Krebszellen elektiv einwirken soll!) und bestrahlt werden. Scheiden- und Vulvakarzinome sind immer auszulöffeln, zu ätzen und zu bestrahlen. Alle beginnenden Korpuskarzinome sind zu operieren.

Was die Röntgentherapie der übrigen gynäkologischen Leiden anlangt, so erkennt Mackenrodt die sichere und segensreiche Wirkung der Strahlen bei klimakterischen Blutungen an. Auch die mit Blutungen verbundenen sogen. Metropathien sind durch Röntgen zu heilen, bis auf die Erkrankungen jüngerer Frauen, wo nach Ansicht Mackenrodts die Exstirpation des Uterus bei trotz aller Behandlung fortgesetzten und wiederkehrenden Blutungen immer noch das bessere Mittel ist. Der spätere Zustand ohne Uterus aber mit noch lebenden Ovarien bekommt jüngeren Frauen sehr viel besser als die irreparable Röntgenkastration. Junge bleichsüchtige Mädchen mit Blutungen zu bestrahlen, ist verfehlt; die Auskratzung ist ebenso sicher und verlegt die Zukunft nicht. Bei Blutungen infolge zystischer Entartung eines oder beider Ovarien führt die Bestrahlung dagegen stets zu einer befriedigenden Heilung, zumal solche Frauen auch ohnehin steril sind.

Bezüglich der Myome nimmt Mackenrodt den Standpunkt ein, daß alle großen Myome, alle submukösen und alle mit Ovarientumoren komplizierten Tumoren operiert werden müssen.

Die mittleren und kleineren Myome jüngerer Frauen sind ebenfalls zu operieren (möglichst mit Erhaltung der Ovarien). Bei Frauen der 40er Jahre dagegen wird das Myom dann, wenn es Beschwerden macht oder im Beginn des Klimakteriums, im Prinzip bestrahlt.

Mackenrodt kommt zum Schluß, daß man nicht durch Übertreibungen der Strahlentherapie den Kranken ein Mittel verleiden soll, welches mit der nötigen Beschränkung angewendet, segensreich wirken kann. *H. M.*

Dr. Paul Werner. Zur Verkleinerung der Myome unter dem Einfluß der Röntgenstrahlen. Aus der II. Univ.-Frauenklinik (Vorstand: Prof. Wertheim). Zbl. f. Gyn. 1918, Nr. 45, S. 792.

Da in letzter Zeit von manchen Autoren (Nagel, Siegrist) eine Verkleinerung der Myomtumoren durch die Röntgentherapie in Zweifel gezogen wurde — eine Feststellung, die natürlich geeignet wäre, das Vertrauen in die Leistungsfähigkeit der Röntgenbehandlung sehr zu erschüttern —, teilt Werner aus der Wiener Frauenklinik seine eigenen Beobachtungen mit, die mit diesen schlechten Erfahrungen keineswegs übereinstimmen.

Von 94 Frauen, die wegen Uterus myomatosus bestrahlt und längere Zeit beobachtet werden konnten, verschwand der Tumor vollständig in 21 Fällen (22 %), die Verkleinerung war bedeutend (d. h. sie betrug die Hälfte der Größe des Tumors oder noch mehr) in 29 Fällen (31 %), während sie in 30 Fällen (32 %) nur eine geringe war und in 12 Fällen (13 %) keine bedeutende Verkleinerung der Tumoren beobachtet wurde; in 2 Fällen konnte sogar eine Vergrößerung der Myome festgestellt werden.

Zusammenfassend ließ sich also nachweisen, daß wir in den Röntgenstrahlen ein Mittel besitzen, mit dem wir in den meisten Fällen (85%) in der Lage sind, nicht nur die Menorrhagien bei Uterus myomatosus zu stillen, sondern auch gewöhnlich innerhalb einer nicht allzu langen Zeit

eine recht bedeutende Verkleinerung des Tumoren herbeizuführen.

Für die Klärung der Frage, ob die Schrumpfung der Tumoren allein durch das Aussetzen der Eierstocksfunktion oder auch durch eine direkte Beeinflussung der Myomzellen durch die Strahlen hervorgerufen werde, gab die klinische Beobachtung einige Anhaltspunkte. Werner sah Fälle, bei denen die Myome schrumpften, ohne daß völlige Amenorrhoe, sondern bloß eine Abschwächung der Menstruation erzielt worden war. Bei anderen Fällen wiederum ließ sich die Verkleinerung schon nach der ersten Sitzung nachweisen, zu einer Zeit also, wo die Eierstocksfunktion sicherlich noch nicht völlig aufgehoben war. Andererseits wieder gab es vereinzelte Fälle, wo trotz Amenorrhoe eine Schrumpfung nicht eintrat. Aus diesen Beobachtungen zieht Werner den Schluß, daß die Schrumpfung der Myome wenigstens zum Teil auch durch eine direkte Beeinflussung ihrer Zellen durch die Röntgenstrahlen hervorgerufen wird.

Die Fälle, bei denen eine Verkleinerung überhaupt nicht festgestellt wurde, betrafen meist ältere Frauen (50 Jahre und älter), bei denen wohl schon sekundäre Veränderungen im Geschwulstgewebe vor sich gegangen waren, die eine nennenswerte Schrumpfung nicht mehr möglich machten.

H. M.

Prof. L. Blumreich, Berlin. Die Entscheidung zwischen symptomatischer, Strahlen- und operativer Therapie beim Uterusmyom. Th. d. G. 1917, S. 21.

Seit dem allgemeinen Bekanntwerden der so guten Erfolge der Röntgentherapie bei Uterusmyomen hat sich bei vielen praktischen Ärzten insofern ein Umschwung in der Auffassung vollzogen, als einesteils eine ganze Reihe von Fällen, die durchaus noch der symptomatischen, hausärztlichen Behandlung zugänglich sind, andererseits aber ziemlich wahllos auch manche Fälle von Uterusmyomen, die durchaus dem Messer verfallen sind, von vornherein dem Gynäkologen zwecks Bestrahlung überwiesen werden. Bei der Behandlung der Myome muß aber neben der Strahlenbehandlung auch der symptomatischen und der operativen Therapie ein breiter Spielraum gewährt werden.

Die symptomatische Therapie hat in neuester Zeit eine wünschenswerte Bereicherung der bisher üblichen Mittel zur Beherrschung der Blutungen — Hydrastis- und Sekalepräparate, heiße Spülungen, Scheidentamponade u. s. f. — durch die Aufnahme zweier Medikamente, der Tampospumantabletten und des Koagulen Ciba erfahren. Beide Mittel haben in zahlreichen Fällen von Myom, wo es sich um mehr oder weniger erhebliche Verstärkung der Blutungen handelte, recht gute Wirkungen ausgeübt, so daß sich eine weitere Therapie erübrigte.

Auch in Bezug auf die Schmerzlinderung hat uns die neueste Zeit ein ausgezeichnetes Verfahren in die Hand gegeben in Form der Diathermie. Sie findet bei all den Fällen Anwendung, wo der auch im Intermenstruum vorhandene Schmerz im Vordergrund der Klagen steht, sei es daß es sich um Spannungsschmerzen des allmählich wachsenden Myoms handelt oder um entzündliche Schmerzen durch Verwachsung mit der Nachbarschaft oder gleichzeitige Adnexerkrankung. Zwei große Bleiplatten

werden als Elektroden angewandt, von denen die eine unter das Kreuzbein, die andere auf das Abdomen kommt. Die Sitzungen werden anfangs täglich, bei deutlicher Besserung jeden zweiten Tag genommen, sie dauern etwa 15 Minuten; die Stromstärke ist anfangs 0,5 Ampère, steigt aber, wenn die Kranken die geringere Stromstärke gut vertragen, rasch bis zu 1,5 bis 2 Ampère. In manchen Fällen wirken die verhältnismäßig niedrigeren Stromstärken bis 0,75 Ampère günstiger als die höheren. — Eine absolute Kontraindikation gegen die diathermische Behandlung sind profuse Blutungen (die Diathermie wirkt dann blutungssteigernd) und frische Infektionen.

Wo es trotz alledem nicht erreicht wird, die Schmerzen in einer Weise herabzusetzen, daß sie Lebensgenuß und Arbeitsfähigkeit nicht mehr stören, wo die verstärkten Menstrualblutungen auf die geschilderten Maßnahmen hin nicht nachlassen oder von vornherein äußerst profus sind, zu körperlicher Erschöpfung, schwerer Anämie oder Herzerscheinungen führen, wo das Myom durch seine Größe oder seinen Sitz bei jeder Menstruation zur Urinretention führt oder wo schließlich der Verdacht auf maligne Degeneration besteht, da genügt die symptomatische Therapie nicht mehr, da sind Strahlenbehandlung bzw. Operation am Platze.

Blumreich betrachtet mit der Mehrzahl der Gynäkologen die Strahlenbehandlung der Myome als das Verfahren der Wahl. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle erzielt man bei richtiger Indikationsstellung ausgezeichnete Resultate. Die wichtigste Kontraindikation gegen die Röntgentherapie ist die maligne Degeneration. Namentlich muß man sich davor hüten, maligne Ovarialtumoren für gutartige Myome zu halten, ein Irrtum, der bisweilen selbst dem geübten Fachmann passieren kann. Nicht minder schwierig ist häufig die Frage, ob in dem myomatösen Uterus eine karzinomatöse Entartung vorliegt. Bei noch so profusen Blutungen wird man an Karzinom nicht zu denken brauchen, sobald nur die Blutausscheidung sich an den menstruellen Typ hält. Stellen sich aber Unregelmäßigkeiten im Auftreten ein, so muß unter allen Umständen, bevor man sich für die Strahlentherapie entschließt, eine Probeabrasio vorgenommen werden, die zweckmäßigermaßen mit einer Austastung zu verbinden ist. Daß die Vergesellschaftung mit Korpuskarzinom nicht selten ist, zeigt die Statistik Schottländers, der unter 330 Fällen von Myomen der Schautaschen Klinik in 6% der Fälle = 20 mal gleichzeitig Karzinombildung fand. — Viel übler noch sind wir bei den sarkomatösen Entartungen der Myome gestellt, denn hier fehlt uns die Möglichkeit, durch Probeaustastung und -ausschabung zu einer klaren Beurteilung des Falles zu kommen, und klinische Erscheinungen, die den Verdacht auf sarkomatöse Degeneration lenken könnten, fehlen oft völlig. Die Häufigkeit dieser Entartungsform wird auf ungefähr 2% berechnet.

Weitere Gegengründe gegen die Strahlenbehandlung der Myome sind Vereiterung oder Verjauchung des Tumors, ferner submuköse, in die Scheide hineingeborene Myome und schließlich solche Tumoren, die durch Größe und Sitz so starke Verdrängungserscheinungen machen, daß sofortige Abhilfe geschaffen werden muß und nicht erst die ja nicht immer mit absoluter Sicherheit eintretende Schrumpfung der Myome durch Strahlenbehandlung abgewartet werden kann.

Endlich zieht Blumreich bei Frauen unter 40 Jahren prinzipiell

die operative Behandlung vor. Diese wirkt insofern nicht so radikal als die Röntgentherapie, als bei Erhaltung eines der Ovarien die Frau einerseits von ihren Blutungen befreit wird, andererseits aber die für das Geschlechtsleben und die Psyche der Frau so notwendige innere Sekretion fortdauert.

Die Technik Blumreichs war folgende: Einteilung der Bauchwand in 8 Felder, täglich wird ein Feld bestrahlt, häufig auch zwei. Auf jedes Feld werden 25 X unter 3 mm Aluminium appliziert, also in der Serie 200 X. Nach 3 wöchiger Pause beginnt eine neue Serie, durchschnittlich werden 3—5 Serien gebraucht.

Die Operation bleibt nach dem Gesagten immer noch für einen ziemlich beträchtlichen Prozentsatz von Myomkranken vorbehalten. Die modernen Bestrebungen, die Inhalationsnarkose mehr und mehr auszuschalten und durch Lumbal-, Sakral- und paravertebrale Leitungsanästhesie zu ersetzen, werden zweifellos die Mortalität auf ein Minimum herabdrücken. Namentlich die von Stöckel inaugurierte Sakralanästhesie scheint nach den Erfahrungen des Autors sich sehr zu bewähren. *H. M.*

Dozent Dr. Steiger, Bern. Die Anwendungsgebiete der Röntgentherapie. Korr. f. Schw. Ä., Bd. 46, S. 1554.

Der leider kürzlich verstorbene Autor, welcher sich um die Strahlentherapie in der Schweiz große Verdienste erworben hat, bespricht in erster Linie seine Erfahrungen in der gynäkologischen Röntgentherapie.

Was zunächst die gynäkologische Hautaffektion, den Pruritus ani et vulvae, anlangt, so machte Steiger die Erfahrung, daß der Effekt gewöhnlich nur ein zweifelhafter oder vorübergehender ist, wenn man nur kleine Dosen gibt. Erst als er zu großen Dosen mit einer Filterung der Strahlen mittelst eines 0,5 mm dicken Zinkbleches übergegangen ist, sah er bessere Erfolge. — Natürlich geht es nicht an, jeden Pruritus mit X-Strahlen heilen zu wollen; denn ein diabetogener oder ein durch langdauernde Diarrhöen hervorgerufener Pruritus verhält sich gegenüber der Strahlentherapie refraktär, solange die Glykosurie oder die Diarrhöen nicht behoben sind.

Bezüglich der Myome steht der Autor auf dem Standpunkt, daß bei richtiger Indikationsstellung und bei richtiger Anwendung der Strahlen Mißerfolge kaum vorkommen. Der Vorteil der Röntgentherapie ist die Lebenssicherheit der Methode gegenüber der Mortalität von 3—5% bei der Operation und weiter das mildere Auftreten der Ausfallserscheinungen bei der Röntgenkastration gegenüber der radikalen Myomoperation. Allerdings wird die Röntgenkastration nur dann allmählich bewirkt, wenn man die Patientin nicht in einer Sitzung sterilisiert (wie nach der Freiburger und Erlanger Methode üblich), sondern wenn man die Strahlen serienweise appliziert und dabei nicht zu große Dosen gibt. Steiger appliziert jetzt pro Sitzung nur mehr noch 200 X unter 0,5 mm Zinkfilter und erreicht damit dieselbe Tiefendosis, die er früher bei 400 X Oberflächendosis unter 3 mm Aluminiumfilter erreicht hatte. An zahlreichen Patientinnen ausgeführte Blutuntersuchungen vor, während und im Intervall der Bestrahlungssitzungen bewiesen, daß das Blutbild bei dieser Methodik weder in morphologischer Hinsicht noch in Bezug auf

die Einwirkung auf das Komplement eine irgendwie nennenswerte Veränderung erfuhr.

Auch bei der hämorrhagischen Metropathie des Klimakteriums konnte der Autor auf 100% Heilungen zurückblicken.

Ein weitaus gynäkologisches Gebiet der Strahlentherapie stellt die Dysmenorrhoe junger Mädchen und junger Frauen dar. Wenn dieses Verfahren auch nur dann angewendet werden soll, wo andere Verfahren (Schilddrüsentabletten usw.) versagen, und Vorsicht am Platze ist, da der Follikelapparat nicht so geschädigt werden darf, daß daraus Unfruchtbarkeit resultieren kann, so gibt hier die Röntgentherapie doch, wie die Erfahrung in 2 Fällen lehrte, sehr günstige Resultate.

An den Röntgentherapie treibenden Gynäkologen tritt öfters von psychiatrischer Seite das Verlangen heran, geisteskranke Frauen zu sterilisieren, und zwar besonders solche, deren Leiden zurzeit der Menses zu exazerbieren pflegt. Abgesehen von der juristischen Seite, deren Erörterung dem überweisenden Psychiater zukommt, liegt für den Röntgenologen die Schwierigkeit darin, daß er mit der Dosierung sehr vorsichtig sein muß. Denn ein etwa einsetzender Röntgenkater oder eine Hautläsion können die Ursache einer Verschlimmerung des psychischen Leidens abgeben. Ebenso kann die Psyche ungünstig beeinflußt werden, wenn nach der Behandlung Amenorrhoe eintritt. Steiger hat einige Fälle behandelt, die zurzeit ihrer Menses maniakalische Anfälle aufwiesen; es konnte zwar vorübergehend eine Besserung des Zustandes nach Schwächerwerden der Menses beobachtet werden, die Heilung aber war keine dauernde. Der Autor möchte aber den Gedanken nicht von der Hand weisen, daß bei einer größeren Zahl von Beobachtungen doch vielleicht einmal auch eine größere Zahl von definitiven Besserungen zu erzielen sein wird. Hier sollten der Psychiater und der Röntgenologe einander noch besser in die Hand arbeiten. *H. M.*

Dr. Hans Otto Siegrist. 4 Jahre Röntgenkastration im Frauenspital Basel. Mon. f. Geb. u. Gyn., Bd. 48, H. 2, S. 103.

Der Autor berichtet über die seit 4 Jahren im Frauenspital Basel mit der Röntgentherapie der Myome und der klimakterischen Blutungen erzielten Erfolge.

Was zunächst die Myome anlangt, so betont der Autor, daß bei der Röntgenkastration nach seinen und Wallarts Untersuchungen die interstitielle Eierstocksdrüse nicht geschädigt wird. Die Persistenz dieses innersekretorischen Organs ist die Ursache für die geringen Ausfallserscheinungen, die Siegrist nach der Bestrahlung beobachtete. Nicht selten trifft man auch bestrahlte Patientinnen, die überhaupt über keine Ausfallserscheinungen klagen. Treten solche auf, dann bestehen sie höchstens in Wallungen und Hitzegefühl, während z. B. eine Schrumpfung der Genitalien, wie sie bei der Operationskastration beobachtet wurde, nie gesehen wurde. Darin liegt ein großer Vorteil der Röntgenmethode.

Ein Nachteil der Bestrahlung aber ist nach der Ansicht Siegrists, daß die Heilungsaussichten bei den Myomen nicht allzu große sind. In der Tat sind die von Siegrist veröffentlichten Resultate auffallend schlecht: Von 27 Fällen wurden nur 16 Fälle d. h. 59,3% geheilt (Amenorrhoe!),

6 Fälle gebessert (Oligomenorrhoe), und 5 Fälle blieben ungeheilt. Eine Verkleinerung der Tumoren trat fast nie ein oder es kam nur zu einer geringfügigen Schrumpfung.

Es gelten in der Baseler Frauenklinik folgende Kontraindikationen gegen die Röntgentherapie:

1. Alle Myome bei Frauen unter 45 Jahren.
2. Submuköse Myome.
3. Adeno-, Zystomyome, Myome mit Verdacht auf sarkomatöse Entartung oder karzinomatöse Degeneration.
4. Rasch wachsende Myome, ferner Myome, die größer sind als dem 5. Monat der Gravidität entsprechend.
5. Nekrotische, erweichte, vereiterte, verjauchte, verkalkte Myome.
6. Myome, kombiniert mit Adnexerkrankungen.
7. Einklemmungserscheinungen von seiten der Blase, Urethra oder Rektum.

Die unbefriedigenden Resultate sind nach Ansicht des Referenten vielleicht zurückzuführen auf die außerordentlich geringen Dosen, die gegeben wurden. Darauf ist wohl auch der Umstand zu beziehen, daß der Röntgenkrater nur in einem Falle auftrat und daß die Ausfallserscheinungen meist fehlten.

Ganz wesentlich günstiger war das Ergebnis bei den klimakterischen Blutungen. Unter 9 Fällen wurde 7 mal Heilung, 1 mal Besserung erzielt, 1 Fall blieb ungeheilt.

Der Auffassung anderer Autoren, daß Menstrualbeschwerden in jedem Alter einer Bestrahlungstherapie unterzogen werden können, stimmt man in der Baseler Frauenklinik nicht zu. Die Indikation zur Röntgentherapie beschränkt sich auf prä- und postklimakterische Unterusblutungen.

H. M.

A. Czempin, Berlin. Zur operativen und Röntgenbehandlung der Fibromyome. Mon. f. Geb. u. Gyn., Bd. 46, H. 2, S. 134.

Der Autor stellt auf Grund seiner Erfahrungen folgende Indikationsstellung zur Operation bzw. Bestrahlung der Myome: Von der Röntgenbehandlung auszuschließen sind zunächst alle Fälle, bei denen es bereits zu übergroßen Geschwulstbildungen, zu Einklemmungs- und Druckerscheinungen, ferner durch die Blutungen zu schweren Komplikationen, zu starken Störungen des Allgemeinbefindens, besonders zu hochgradiger Anämie gekommen ist. Die Röntgenbestrahlung wirkt für solche Fälle zu langsam und kommt zu spät, demgegenüber ist die Aussicht auf günstigen Erfolg und die Lebenssicherheit bei der Operation größer als die mit längerem Warten verbundene Gefahr durch die nicht mehr aufzuhaltenden Blutungen. Auch bei submuköser Myombildung, sowie bei allen Fällen, bei denen eine Degeneration der Geschwülste nachweisbar oder verdächtig ist, zystische Degeneration, Sarkomatose, Gangränbildung ist möglichst frühzeitige Operation geboten.

Alle anderen Fälle bilden die Domäne der Röntgentherapie. *H. M.*

Dr. R. Uhlirz. Zur Bewertung der Bestrahlung und der Myomotomie. Aus dem Allg. öffentl. Krankenhause in Stöckerau bei Wien. D. med. Woch. 1918, Nr. 3, S. 78.

Der Autor wendet sich gegen Prof. Nagel-Berlin (Referat s. Referatenteil der „Strahlentherapie“ Bd. VIII), der ein prinzipieller Gegner der Strahlentherapie ist und die Behauptung aufgestellt hatte, daß eine Strahlenwirkung auf die Myomzellen, deren Bindegewebs- bzw. Muskelzellen sich in nichts von anderen Zellen dieser Gattung unterscheiden, unfaßbar sei, und daß ferner die Möglichkeit einer elektiven Strahlenwirkung auf die Eierstöcke problematisch sei.

Beide Behauptungen sind nicht richtig. Die veränderte Intensität des Wachstums und der Vermehrung bei völliger Funktionslosigkeit der das Myom bildenden Zellgruppen stellt einen Lebensvorgang dar, welcher diese Zellen von den gewöhnlichen Muskelzellen unterscheidet. Ob die Ursache dieser abnormen Lebensäußerung in einer Wesensverschiedenheit der Baustoffe innerhalb der Muskelzellen oder außerhalb derselben in einem abnorm auf die Zellen wirkenden Reiz zu suchen ist, ist fraglich; sicher ist aber, daß die Myomzellen nicht mit den übrigen Muskelzellen wesensgleich sind. Deshalb kann auch nicht im Hinblick auf andere unbeeinflußbare Bindegewebs- und Muskelzellen behauptet werden, daß eine Strahlenwirkung auf Myomzellen unfaßbar sei.

Daß ferner eine elektive Einwirkung der Strahlen auf Genitaldrüsen stattfindet, ist eine Tatsache, die von den verschiedensten Forschern über jeden Zweifel erhaben festgestellt ist. Von dem Fehlen einer wissenschaftlichen Grundlage für diese Wirkung kann daher nicht gesprochen werden.

H. M.

Dr. Alexander Lorenz. Zur Bewertung der Röntgenbehandlung bei Myomen und Metrorrhagien. Aus dem Allgemeinen Röntgeninstitut des Hamburg-Eppendorfer Krankenhauses. D. med. Woch. 1918, Nr. 1, S. 13.

Das vernichtende Urteil Nagels über den Wert der Röntgenbestrahlung bei der Behandlung der Myome (vgl. auch vorstehendes Referat) veranlaßt den Autor, dagegen Stellung zu nehmen.

Die Röntgenbehandlung der Myome ist — mit Ausnahme der gestielten submukösen Myome — als die Methode der Wahl zu bezeichnen, weil sie, richtige Technik vorausgesetzt, in allen Fällen zum Ziele führt und ungefährlich ist, während die Operation trotz der hochentwickelten Technik doch immerhin noch mit etwa 5 % Todesfällen rechnen muß und speziell bei ausgebluteten Frauen mit Herzschwäche die operative Therapie — im strikten Gegensatz zur Strahlentherapie — eine ganz außerordentlich schlechte Prognose bietet.

Für die Schnelligkeit des Erfolges spielen in erster Linie Größe und Art des Tumors eine Rolle. Bei kleinen und mittelgroßen Myomen ist fast immer nach der zweiten Bestrahlungsserie Amenorrhoe zu erzielen, bei größeren Tumoren sind meist größere Strahlendosen erforderlich. Daneben spielt namentlich auch die anatomische Beschaffenheit des Tumors eine Rolle, und zwar reagieren junge schnellwachsende Tumoren am besten auf die Bestrahlungen.

Nagel hatte die Behauptung aufgestellt, daß bis jetzt keine einwandfreie Beobachtung von nennenswerter Schrumpfung geschweige denn Verschwinden eines Myoms nach der Bestrahlung vorläge. Demgegenüber betont Lorenz, daß es die Regel ist, daß der Tumor bald schnell, bald langsamer schrumpft und oft restlos verschwindet. Da die Nachwirkungen der Röntgenstrahlen sich nicht auf Monate, sondern auf Jahre erstrecken, würde man sicher das vollkommene Verschwinden der Tumoren noch viel häufiger feststellen können, wenn man Gelegenheit hätte, die Patientinnen noch längere Zeit nachzuuntersuchen. Die meisten entziehen sich, da es ihnen gut geht, der Kontrolle,

Die von Lorenz geübte Technik ist folgende: Es werden in einer Serie je zwei Felder vom Abdomen und vom Gesäß aus bei 30 cm Distanz durch 5 mm Aluminium bestrahlt. Die Oberflächendosis beträgt pro Feld 40—50 X (bei 8—12 Minuten Bestrahlungszeit pro Feld). Es wird meist an vier aufeinanderfolgenden Tagen bestrahlt, nur bei den stark ausgebluteten Frauen an einem Tage. Nach jeder Bestrahlungsserie wird eine Pause von drei Wochen eingeschaltet. Bei dieser Methode wurden Versager bisher nicht beobachtet. *H. M.*

L. Seitz u. H. Wintz. Für und wider die Ovarialdosis in einer Sitzung und in einer Serie. Aus der Universitäts-Frauenklinik Erlangen. Mün. med. Woch. 1918, Nr. 2, S. 35.

Die Autoren treten noch einmal für die von ihnen sowie auch in der Freiburger Klinik geübte abgekürzte Bestrahlungsmethode bei der Röntgentherapie der Myome und Menorrhagien ein.

Die von den Autoren angewandte Technik verdient eher die Bezeichnung Kastration in einer Serie als Kastration in einer Sitzung, denn die gesamte Dosis wird jetzt gewöhnlich auf drei Tage verteilt, indem am ersten Tage nur ein Feld, an den zwei folgenden je zwei Felder gegeben werden. Die Methode ist in dieser Anwendung genau so wenig anstrengend wie früher die allgemein übliche.

Es ist eine ganz irrige Vorstellung, zu glauben, daß durch die Kastration in einer Serie die Ovarialtätigkeit ganz plötzlich ausgeschaltet würde, etwa so, wenn wir die Kranken operativ kastrieren. Daß bis zum erkennbaren Eintritt der Wirkung viele Tage vergehen, ist am klarsten daran zu erkennen, daß die Periode regelmäßig noch eintritt, wenn die Bestrahlung bis zu 14 Tage vor der zu erwartenden Menstruation fällt. Nur wenn man die Bestrahlungszeit kurz nach dem Aufhören der Menstruation legt, so bleibt in vielen Fällen die Periode aus; in anderen kommt noch ein- oder zweimal eine geringe Blutausscheidung, und erst dann, ohne daß eine nochmalige Bestrahlung notwendig würde, tritt das endgültige Aussetzen der Menses ein.

Mit aller Sicherheit kann man sagen, daß die Ausfallserscheinungen mit dem abgekürzten Kastrationsverfahren in keiner Weise lästiger als früher sind; es gibt sogar Fälle, bei denen die Ausfallserscheinungen auffallend gering sind. Die Bedenken, die von manchen Seiten gegen das Verfahren vorgebracht sind, sind also unberechtigt.

Der Hauptvorteil der neuen Methode liegt auf sozialem Gebiete. Früher, als man noch mit verzettelten Dosen arbeitete, mußte die Bestrah-

lungskur auf 3—6 Monate ausgedehnt werden. Das erforderte viel Zeit und Geld. Aus diesem Grunde weigerten sich die Krankenkassen häufig, ihren Mitgliedern die zeitraubende und teure Röntgenbestrahlung zukommen zu lassen. Jetzt erledigt sich die Behandlung in drei Tagen und kann ambulatorisch durchgeführt werden. Die Operation erforderte einen Klinikaufenthalt von 2—3 Wochen und weiterhin noch eine Schonungszeit von ungefähr der gleichen Dauer. Alles das fällt jetzt weg und so kommt jetzt die Bestrahlung nicht nur nicht teurer, sondern billiger als die Operation. Wenn man eine Methode nach ihrem Wert beurteilen will, müssen auch solche Gesichtspunkte mit herangezogen werden. *H. M.*

Privatdozent Dr. Kirstein. Über unsere Erfolge mit der Nicht-Intensivbestrahlung bei gutartigen gynäkologischen Erkrankungen (Myomen und Metropathien). Aus der Kgl. Universitäts-Frauenklinik zu Marburg (Direktor: Prof. Zangemeister). Zbl. f. Gyn. 1918, Nr. 20, S. 330.

Der Autor wendet sich gegen die in Freiburg, Erlangen u. a. O. geübte Methode der „Schnellsterilisierung“ durch Röntgenstrahlen bei Myomen und Metropathien, d. h. eine Methode, die die Amenorrhoe in einer Sitzung erzwingen will. Er ist der Ansicht, daß diese Intensivbestrahlung eine Reihe von Gefahren in sich birgt (Blut-, Darm- und Hautschädigungen, schwere psychische Depressionen u. a. m.), die sich bei der sog. Serienbestrahlung mit kleineren Dosen vermeiden ließen. Die Erfolge, die mit der Nicht-Intensivbestrahlung bei gutartigen gynäkologischen Erkrankungen in der Marburger Frauenklinik erzielt wurden, waren ausgezeichnete und werden von den durch Intensivbestrahlung erzielten in keiner Weise übertroffen. Von 117 Frauen wurden 113 = 96,6% geheilt, 3 bis zur klinischen Heilung (Wiederherstellung regelrechter Funktionen) gebessert (2,6%), 1 Patientin blieb ungeheilt (0,8%). Allerdings kam es in einer nicht ganz geringen Anzahl von Fällen zum Rezidiv (10 mal), diese werden aber, sofern sie sich nur der erneuten Bestrahlung unterziehen, ausnahmslos geheilt.

Da Kirstein ferner rechnungsmäßig feststellt, daß die Methode der Schnellsterilisierung keineswegs billiger ist als die alte von ihm geübte Methode, so glaubt er auch in diesem Punkte eine Superiorität der Intensivmethode nicht anerkennen zu können. *H. M.*

Dr. Mitscherlich. Einmalige Bestrahlung oder Serienbestrahlung bei Myomen und Metropathien? Aus der Universitäts-Frauenklinik in Freiburg i. Br. (Direktor: Geh. Hofrat Prof. Opitz). Zbl. f. Gyn. 1918, Nr. 31, S. 525.

Der Autor wendet sich gegen die von Kirstein erhobenen Vorwürfe (s. vorstehendes Referat), die sich gegen die in der Freiburger Frauenklinik angewandte Methode der Tiefentherapie richten.

Mitscherlich weist vor allem die Behauptung zurück, daß die in Freiburg geübte Methode eine „Intensivbestrahlung“ darstelle. Es ist im Gegenteil das Wesen und die Eigentümlichkeit der Freiburger Methode, gerade die kleinste Röntgenmenge zu applizieren, die nötig ist, um ein Ovarium funktionsuntüchtig zu machen. Diese Strahlenmenge, die sogen.

Ovarialdosis, die durch Messung mit dem Iontoquantimeter festgestellt wird, ist im Verhältnis zu der bei den Serienbestrahlungen angewandten so gering, daß sie nur einen kleinen Bruchteil ($^1/_8$—$^1/_{10}$) der von Kirstein inkorporierten Dosen darstellt. Die Hautdosis beträgt nur 35—40 X vom Abdomen und 20—40 X vom Sakrum aus!

Blutschädigungen, Schädigungen des Darmes oder der Haut sind mit dieser Methode niemals beobachtet worden.

(Weitere Einzelheiten der Freiburger Technik finden sich bei Mitscherlich: Strahlentherapie Bd. VIII, S. 133.) *H. M.*

Otto v. Franqué. Schwere Darm- und Hautschädigung bei Röntgentiefentherapie mit Schwerfilter. Aus der Universitäts-Frauenklinik in Bonn. Zbl. f. Gyn., 1918, Nr. 1, S. 1.

Franqué berichtet über einen sehr bemerkenswerten Fall von Haut- und Darmschädigung bei Anwendung eines Schwerfilters von 1 mm Messung in der Tiefentherapie.

Es handelte sich um eine 43jährige Frau, die an unregelmäßigen Blutungen litt, welche auf eine Endometritis hyperplastica zu beziehen waren. Die Röntgenbestrahlung wurde in folgender Weise angewandt: Es wurden 3 Bestrahlungen vorgenommen, und zwar in Abständen von 1—2 Monaten. Jedesmal wurden je 2 große Felder vom Bauch und Rücken aus bestrahlt. Dauer je 60 Minuten. Die Strahlung wurde mit dem Fürstenauschen Intensimeter gemessen und auf Grund dieser Messung jedesmal auf jedes Feld 40—50 X appliziert. Die Strahlung (Coolidge-Röhre) war gehärtet durch 1 mm Messing, die Haut wurde durch eine Lage Rehleder besonders geschützt. Die Härte der Strahlung wurde nach der Skala von Dessauer berechnet, d. h. man benennt die Zahl, welche angibt, um wieviel Prozent die Strahlenintensität in einem Zentimeter Aluminium vermindert wird. Danach betrug die Härte 18% (die Strahlen, die man gewöhnlich hart nennt, sind 22 bis 25%). Die Patientin erhielt also auf jedes Feld innerhalb 4 Monaten insgesamt 120—150 X, in toto 520 X.

Die beiden ersten Bestrahlungen vertrug die Patientin relativ gut. Die Periode kehrte nach der 2. Bestrahlung nicht wieder. Die ihr noch prophylaktisch applizierte 3. Bestrahlung vertrug sie aber trotz der Pause von 3 Monaten sehr schlecht. Unmittelbar nach der Heimkehr aus der Klinik wurde sie schon bettlägerig, nach etwa 14 Tagen trat eine ausgedehnte Hautverbrennung 2.—3. Grades auf, bald auch Erbrechen, starker Meteorismus, endlich profuse wässerige Diarrhoen, von geradezu qualvollen Koliken begleitet. Es kam zu schweren Kollapsen, so daß der behandelnde Arzt zeitweilig den Tod befürchtete. Allmählich, unter sehr mühsamer Behandlung mit Diät und Darmadstringentien, besserte sich der Zustand. Es handelte sich um eine schwere Darmschädigung, eine akute Enteritis, die das Leben der Kranken unmittelbar bedroht hatte und sicherlich auf die vorausgehende Bestrahlung zurückzuführen war.

Der Autor warnt auf Grund dieses Falles dringend vor der Anwendung der „Schnellmethoden" mit Schwerfiltern zur Strahlensterilisierung, ehe dieselben theoretisch und experimentell auf eine sichere Grundlage gestellt sind. *H. M.*

Prof. Fritz Heimann. Schwere Hautschädigung bei Zinkfilterbestrahlung. Aus der Kgl. Universitäts-Frauenklinik zu Breslau (Direktor: Geheimrat Küstner). Zbl. f. Gyn. 1918, Nr. 13, S. 217.

Heimann sah, ähnlich wie Franqué, in 2 Fällen schwerste Hautschädigungen bei der Anwendung der Schwerfiltertherapie. Es handelte sich in beiden Fällen um inoperable Ovarial-Karzinome.

Die erste Frau, die bei der Aufnahme einen kindskopfgroßen Tumor aufwies, wurde in 7 Serien behandelt, die in Pausen von 4—6—8 Wochen appliziert wurden. Das Abdomen wurde jedesmal in 6 Felder (1 mal 9 Felder) eingeteilt, bei 4 Serien wurde Aluminiumfilter genommen und 30 bis 50 X appliziert, bei 3 Serien wurde Zinkfilter (0,5 mm) angewandt und jedesmal eine Stunde lang bestrahlt. Kurze Zeit nach der letzten Serie stellten sich an 3 Stellen der Haut kleine Gewebsdefekte ein, die allmählich an Ausdehnung zunahmen und die Patientin aufs schwerste gefährdeten.

Die zweite Frau hatte einen mannskopfgroßen vom rechten Ovarium ausgehenden Tumor. Die Dosierung und die angewandte Technik war folgende:

1.	6 Felder,	30 X unter	3 mm	Aluminium,	3 Wochen Pause,			
2.	4 „	je 1 Stunde unter	0,5 mm	Zink,	7 Wochen Pause,			
3.	6 „	30 X unter	3 mm	Aluminium,	4 Wochen Pause,			
4.	6 „	3 X „	3 „	„	6 „	„		
7.	4 „	je 1 Stunde unter	0,5 mm	Zink,	6 „	„		
8.	4 „	„ 1 „	„ 0,5 „	„				

Etwa 3 Wochen nach der 8. Serie stellten sich Verbrennungserscheinungen ein und zwar bildeten sich an 3 Stellen der Bauchdecken recht tiefe Defekte, die allerdings später in den Zustand guter Granulation übergingen.

Obwohl die Beeinflussung der Karzinome eine sehr gute war, denn in beiden Fällen war eine erhebliche Schrumpfung des Tumors zu konstatieren, warnt der Autor doch dringend vor der Schwerfiltertherapie. Ist erst die Schädigung eingetreten, dann haben die Kranken, auch wenn die Erkrankung an sich sehr gut beeinflußt war, gewöhnlich vollkommen vergessen, daß sie von einem Krebs, einer tödlichen Krankheit befallen waren und machen den Arzt für die erlittene Schädigung verantwortlich. *H. M.*

Hofrat Flatau, Nürnberg. Bemerkung zur Technik der Bestrahlung unter Zinkfilter. Zbl. f. Gyn. 1918, Nr. 20, S. 329.

Flatau gibt sehr wertvolle Erklärungen für die Möglichkeit, daß bei der Schwerfiltertherapie Schädigungen beobachtet werden (vgl. die beiden vorstehenden Referate von Franqué und Heimann).

Auf Grund einer reichen Erfahrung bei Verwendung des Wintzschen Zinkfilters konnte Flatau feststellen, daß die Schädigung der Haut bzw. der Därme sofort wegfällt, wenn man die richtige Technik anwendet. Alle Schädigungen bei Dauerbestrahlungen unter Zink bzw. Messing sind ausschließlich verursacht durch die Sekundärstrahlung dieser Methode, wenn der Strahlenkegel der Röntgenröhre durch sie hindurchbricht. Es ist außer Zweifel, daß diese Sekundärstrahlung durch größere Reichweite um so gefährlicher ist, je dichter das betreffende Metall ist. Bei den

Schwerfiltern muß unbedingt die Sekundärstrahlung durch ein zweites unter dem Schwermetall angebrachtes Filter von der Haut ferngehalten werden. Am besten ist es, ein Aluminiumfilter von 1 mm Stärke unter das Schwerfilter zu legen.

Was weiter die von Franqué beobachteten Darmschädigungen anlangt, so vertritt Flatau die Anschauung, daß die Darmerkrankungen nicht primär durch die harte Röntgenstrahlung verursacht werden, sondern daß sie Folgen sind der ausgebreiteten Bauchdeckennekrose, die wiederum durch die besonders bösartigen Schwerfiltersekundärstrahlungen verursacht werden. Letztere durchsetzen Haut, Unterhautzellgewebe, Faszie, ja sogar die Muskulatur Es entsteht um den nekrotischen Herd ein empfindlicher Reaktionswall, dessen Infiltration sich bis auf das peritoneale Bauchfell fortsetzen kann. Unter dem Einfluß dieses die ganze Tiefe der Bauchdecke ergreifenden Entzündungsprozesses kommt es zu einer adhäsiven umschriebenen peritonealen Reizung, die meistens mit einer Adhärenz von Dünndarmschlingen vergesellschaftet ist. Nun treten als Folge der gehinderten Beweglichkeit des peritonealen Reizes Schmerzen, Koliken, Störungen der Peristaltik auf. Durch Ruhe, hydrotherapeutische Maßnahmen gelingt es, wenn auch oft erst nach Wochen, den adhäsiven Prozeß zur Resorption und die geschilderten Darmsymptome zum Verschwinden zu bringen.

Flatau ist der Überzeugung, daß die Zinkfilter einen guten Fortschritt in der Tiefentherapie bedeuten. Wollte man den Warnungen v. Franqués und Heimanns stattgeben, so wäre das sehr zu bedauern. Allerdings müssen die Vorschriften befolgt werden, die die Sekundärstrahlung nicht bis an die Haut gelangen lassen. *H. M.*

Privatdoz. Dr. H. Eymer. Schwerfilterbehandlung und Darmschädigung. Aus der Heidelberger Universitäts-Frauenklinik (Direktor: Geheimrat Menge). Zbl. f. Gyn. 1918, Nr. 49, S. 885.

Gegen die Schwerfilterung in der Röntgentherapie sind in letzter Zeit von verschiedenen Seiten scheinbar schwerwiegende Einwände erhoben worden. Diese Einwände gipfeln im wesentlichen in der Annahme, daß der Darm bei Schwerfilterung in besonders hohem Maße gefährdet sei.

Nach den Erfahrungen der Heidelberger Frauenklinik sieht sich der Autor veranlaßt, für diese Methode einzutreten, die einen ganz wesentlichen Fortschritt der Tiefentherapie und speziell der Bekämpfung der bösartigen Geschwülste bedeutet. Erst seit der Anwendung der Wintzschen Zinkfilterung sieht man bei tiefliegenden malignen Tumoren eine ganz auffällige Beeinflussung im Sinne der Schrumpfung der Tumoren, wie sie vorher nicht zu erzielen war. Die von Franz, v. Franqué, Heimann beobachteten Schädigungen können nicht dem Verfahren zur Last gelegt werden, sondern sind lediglich auf Fehler in der Technik, insbesondere auf zu starke Dosierung, zurückzuführen. *H. M.*

Dr. Frida Ottiker. Beeinflussung der uterinen Blutungen durch Radium. Aus der geb.-gyn. Abteil. des Virchowkrankenhauses in Berlin (Direktor: Prof. Koblanck). Zbl. f. Gyn. 1917, Nr. 33, S. 809.

Schon seit einigen Jahren werden auf der gynäkologischen Station des Rudolf Virchow-Krankenhauses in Berlin gewisse uterine Blutungen mit

recht gutem Erfolge mit Radium behandelt. Es sind dies Blutungen, deren Hauptursache in einer Dysfunktion der Ovarien zu suchen ist.

Die auf einer Dysfunktion der Ovarien beruhenden Krankheitsbilder können entweder funktioneller Natur sein: 1. starke uterine Blutungen bei Virgines, die nicht auf einer Konstitutionskrankheit beruhen, 2. Blutungen bei Frauen, deren Ursachen weder in einer bakteriellen Entzündung (z. B. Gonorrhoe) noch in einer Graviditätsstörung noch in einer malignen Neubildung zu finden sind und 3. klimakterische Blutungen — oder sie können anatomische Veränderungen darstellen: 1. Wucherung der Schleimhaut (Endometritis hyperplastica), 2. Polypenbildung, 3. Myombildung.

Die Technik, die sich im Laufe der Zeit bei der Radiumbehandlung dieser Krankheiten herausgebildet hat, ist folgende:

Durch genaue Messung der Körpertemperatur, durch genaue Untersuchung des Uterus und seiner Anhänge, durch mikroskopische Untersuchung des Zervikal- und Urethralsekretes wird eine infektiöse Blutung, wie sie z. B. oft bei Gonorrhoe vorkommt, ausgeschlossen. Ebenso auszuschließen ist eine intra- und extrauterine Gravidität. Es wird nun, um ein beginnendes Karzinom nicht zu übersehen, zu diagnostischen Zwecken eine Ausschabung gemacht und im Anschluß daran das sterile Radiumröhrchen mit der gebogenen Kornzange in den Uterus eingeführt. Die Scheide wird mit Watte tamponiert, um ein Herausfallen des Radiumröhrchens zu verhüten. Bei weiteren Applikationen wird die Cervix wieder etwas erweitert. Das Radiumröhrchen enthält 50 mg Radiumbromid, als Filter dient 1 mm Messing. Das Radium bleibt 24 Stunden liegen, nach 8 Tagen wird es nochmals 16 Stunden eingelegt. Dann wird die Patientin entlassen. Handelt es sich um Frauen jenseits des 40. Lebensjahres, so wird nach 3—4 Wochen nochmals 12—14 Stunden bestrahlt. Handelt es sich um Frauen in der Geschlechtsreife, so wird abgewartet. In den weitaus meisten Fällen wird es hier nicht nötig sein, eine dritte Bestrahlung vorzunehmen, da die wieder eintretende Regel nicht profus ist; man hat also dann das ideale Ziel der Therapie erreicht, die Frauen von ihren Blutungen zu befreien, ohne sie zu sterilisieren.

Bei myomatöser Entartung des Uterus gelangen höhere Dosen zur Anwendung, nämlich 3mal 24 Stunden, da es von Wichtigkeit ist, hier die ovarielle Tätigkeit völlig auszuschalten.

Von Interesse sind die guten Resultate, die durch Bestrahlung der profusen Blutungen bei Pyosalpinx erzielt wurden. In diesen Fällen wird, um die Dilatation der Zervix zu umgehen, das Radium in die Scheide eingelegt. Die Blutung wurde in allen Fällen zum Stehen gebracht, die Pyosalpinx ging rasch zurück, trotzdem es sich immer um sehr schwere Erkrankungen handelte.

Von großer Bedeutung erwies sich das Radium zur Sterilisation bei Tuberkulösen. Es gelang, 2 Frauen mit Erfolg auf diese Art zu sterilisieren. Die bestehende Schwangerschaft wurde unterbrochen und darauf Radium für 3mal 24 Stunden in Abständen von 8—14 Tagen eingelegt. Die Frauen wurden steril, das Allgemeinbefinden besserte sich sehr, zumal die Ausfallserscheinungen sehr gering waren. Dieses Verfahren erwies sich bei weitem schonender als jede operative Sterilisation. *H. M.*

Dr. Allmann, Hamburg-Bergedorf. Operation oder Bestrahlung bei klimakterischen Blutungen? Zbl. f. Gyn. 1918, Nr. 26, S. 428.

Allmann macht die Anschauung geltend, daß man die Operation bei klimakterischen Blutungen nicht immer entbehren kann, da in allen diesen Fällen die Möglichkeit einer Karzinombildung vorliegt. Jedenfalls ist immer bei starken Blutungen in den Wechseljahren eine Excisio et Abrasio probatoria vorzunehmen, gleichgültig ob klinisch Verdacht auf Karzinom vorliegt oder nicht. Auch in absolut unverdächtigen Fällen hält er die Operation, und zwar die vaginale Uterusexstirpation der Bestrahlung gleichwertig und gleichberechtigt. *H. M.*

Prof. A. Koblanck, Berlin. Operation oder Bestrahlung bei klimakterischen Blutungen? Zbl. f. Gyn. 1918, Nr. 30, S. 505.

Koblanck tritt — im Gegensatz zu Allmann (s. vorsteh. Referat) — sehr warm für die Radiumtherapie der klimakterischen Blutungen ein. Er kennt keinen Fall, in dem die Bestrahlung, rechtzeitig und richtig angewendet, versagt hätte. Ihre ausgedehnte Anwendung ist daher gerade in diesen Fällen auf das dringendste anzuraten. *H. M.*

Dr. D. Pulvermacher. Die Therapie der klimakterischen Blutungen. Aus dem Wöchnerinnenheim Norden in Berlin. Th. d. G. 1918, S. 54.

Pulvermacher sah bei der Röntgenbehandlung der klimakterischen Blutungen nur in ganz wenigen Fällen Mißerfolge. In diesen mußte denn wegen der Gefahr einer totalen Ausblutung die Amputution des Corpus uteri vorgenommen werden. *H. M.*

Prof. Dr. Heimann. Uteruskarzinom und Streptokokken. Aus der Universitäts-Frauenklinik Breslau (Direktor: Geheimrat Küstner). Berl. klin. Woch. 1918, Nr. 8, S. 183.

Heimann konnte in mehreren Untersuchungsreihen den Nachweis führen, daß die Anwesenheit von Streptokokken bei einem Uteruskarzinom die Prognose der Operation ganz außerordentlich verschlechtert, so daß von diesen Streptokokkenkarzinomen infolge Sekundärinfektion 61 % nach der Operation starben; durch Injektion des Aronsonschen Antistreptokokkenserums unmittelbar nach dem operativen Eingriff gelang es, den Operationsverlauf sehr zu verbessern und die Operationsmortalität dieser Fälle von Streptokokkenkarzinom (deren Zahl 85 % aller operativen Karzinome umfaßte) ganz erheblich, nämlich auf 12,5 % herunterzudrücken.

Es lag nun der Gedanke nahe, ob nicht die Anwendung von Röntgenstrahlen oder radioaktiver Substanzen, die ja aus dem Krebsgeschwür eine epithelbekleidete Fläche schaffen, insofern eine ähnlich günstige Einwirkung auf das streptokokkenhaltige Karzinom ausüben könnte, als dadurch die Mikroben eine gute Ansiedlungsstätte verlieren.

Es wurden daher an 15 bestrahlten inoperablen Patientinnen, bei denen die klinischen Erscheinungen unter der Radiotherapie sich sichtlich besserten, fortlaufende bakteriologische Untersuchungen angestellt. Das Resultat fiel völlig negativ aus. Nicht in einem einzigen Falle gelang es, eine Änderung des Streptokokkenbefundes nach der Strahlenbehandlung

nachzuweisen, auch dann nicht, wenn eine völlige Reinigung des Geschwürs und eine Umwandlung in eine völlig epithelisierte Fläche eingetreten war.

Die Auffassung, daß man durch eine Bestrahlung vor der Operation diese lebenssicherer gestalten könne, dadurch, daß man den Bakterien den guten Nährboden entzieht, läßt sich also nicht aufrecht erhalten. *H. M.*

Strahlentherapie in der Dermatologie.

Prof. Dr. Jadassohn, Breslau. Über die Trichophytien. Berl. kl. Woch. 1918, Nr. 21, S. 489.

Aus dem sehr ausführlichen und außerordentlich interessanten Aufsatze Jadassohns seien hier nur die auf die Therapie der Trichophytie sich beziehenden Bemerkungen hervorgehoben.

Bei den oberflächlichen Formen der lanugobehaarten Haut bevorzugt Jadassohn Sublimat-Benzoetinktur, β-Naphtolsalben, Epikarin- und Salizylspiritus.

Bei den glatten Trichophytien der Kinderköpfe wird Röntgentherapie angewandt. Zweckmäßig ist es, gleich nach der Röntgenepilation zur Verhinderung der weiteren Übertragung einen Zinkleimverband anlegen zu lassen, der nach 18—20 Tagen abgenommen wird und an dem dann ein großer Teil der Haare hängen bleibt. Es muß dann aber noch längere Zeit nach der vollständigen Epilation mit desinfizierender Behandlung des Kopfes (verdünnter Jodtinktur) fortgefahren werden.

Die kerionartigen Formen der Sykosis heilen unter feuchten Verbänden und Hitze. Wie weit die Röntgenbehandlung und Trichophytininjektionen den Erfolg beschleunigen, ist schwer abzuschätzen.

Die Behandlung der oberflächlichen und der diffus infiltrierten furunkuloiden Trichophytien des Bartes macht wohl die größten Schwierigkeiten. Rasieren muß dabei unterbleiben, man muß sich auf Kürzen des Bartes mit der Schere beschränken. Die Röntgenbestrahlung der tiefen Formen ist nach den Erfahrungen Jadassohns unentbehrlich, wenn auch die Wirkung manchmal wegen der im Granulationsgewebe zurückbleibenden infizierten Haarstümpfe keine durchgreifende ist. Bei der oberflächlichen Trichophytie des Bartes hat die manuelle Epilation gegenüber der Röntgentherapie den Nachteil mechanischer Reizung; Jadassohn läßt erstere infolgedessen nicht üben. *H. M.*

Dr. Fritz M. Meyer, Berlin. Wie sollen die Bartflechten behandelt werden? Th. d. G. 1918, S. 150.

Der Autor tritt für die Röntgenbehandlung sowohl der staphylogenen sowie auch der durch Trichophytie hervorgerufenen Bartflechten ein.

Bei der Sycosis barbae staphylogenes soll nach vorsichtiger Entfernung des Bartes mit einer möglichst kurz fassenden Haarschneidemaschine in der einzelnen Sitzung $^1/_2$ Sabourauddosis einer durch 1 mm Aluminium filtrierten Strahlung von 12 Wehnelt appliziert und diese Prozedur in Zwischenräumen von etwa 1 Woche dreimal wiederholt werden. In dieser Zeit sollen die Haare kurz gehalten werden, um die gute Einverleibung einer milden Salbe an den Tagen, an denen keine Bestrahlung stattfindet, zu ermöglichen. Nach Ablauf einer Bestrahlungsserie, d. h. also

in etwa 4 Wochen, ist in der größten Mehrzahl der Fälle die Heilung herbeigeführt. Die Haare wachsen meist — jedoch nicht in allen Fällen — wieder.

Ähnlich ist die Röntgenbehandlung bei der Trichophytia superficialis des Bartes: Vorherige Einpinselungen mit Jodtinktur sind, da sie die Haut zu stark reizen, zu unterlassen. Bei entzündlichen Erscheinungen können gleichzeitig Umschläge mit essigsaurer Tonerde gemacht werden, auch Waschungen mit Seifenspiritus sind anzuraten.

Bei der Trichophytia profunda dagegen muß die Bestrahlungstechnik modifiziert und den veränderten Verhältnissen angepaßt werden. Hier kommt es zu starken Infiltraten mit erheblichen Eiteransammlungen und stark entzündeter Haut, die schmerzhaft gespannt und außerdem noch durch zahlreiche Knotenbildungen verunstaltet ist. Zwecks Herabsetzung der Schmerzhaftigkeit und der Hautschwellung muß die Kur mit warmen Packungen (am besten in Form von Breiumschlägen auf essigsaurer Tonerde) begonnen werden. Im Anschluß daran bringt die richtig ausgeführte Röntgenbehandlung nicht nur die Krankheit in wenigen Wochen zum Schwinden, sondern zeitigt auch in kosmetischer Hinsicht die besten Resultate, so daß ihre Anwendung nur dringend empfohlen werden kann. Da sie nicht allein die Aufgabe hat, die Epilation herbeizuführen, sondern auch die Knoten zum Schwinden und die eitrigen Infiltrate zum Einschmelzen zu bringen, so geht man am besten mit wechselnder Filterdicke vor, indem man in Zwischenräumen von je einer Woche dreimal je eine Volldosis appliziert und die Strahlen nacheinander Filter von 1, 2 und 3 mm Aluminium passieren läßt. *H. M.*

Dr. Fritz M. Meyer, Berlin. Die Strahlenbehandlung der Trichophytien des Bartes. Mün. med. Woch. 1918, Nr. 22, S. 592. (Mai 1918).

Die Aufgabe, die an den Strahlentherapeuten bei der Behandlung der tiefen Form der Bartflechte herantritt, ist eine doppelte: er hat einmal, um den Pilzen den Nährboden zu entziehen, die Epilierung der Haare herbeizuführen und ferner vorhandene Infiltrate zum Schwinden zu bringen. Beiden Forderungen wird er durch Anwendung einer harten Strahlung gerecht, und zwar empfiehlt es sich, in der Weise vorzugehen, daß in 3 Sitzungen, die zeitlich je eine Woche auseinanderliegen, je eine Volldosis appliziert wird mit der weiteren Maßregel, daß die Strahlung das erste Mal einen Filter von 1 mm, das zweite Mal von 2 mm und das dritte Mal von 3 mm passiert. Dann folgt eine längere Pause, nach welcher in besonders schweren bezw. vernachlässigten Fällen eine Wiederholung der Bestrahlung notwendig sein kann. — Schädigungen der Haut oder der Hals- bezw. Speicheldrüsen treten dabei nicht auf.

Kombination der Behandlung mit milden Salben sowie dem so erfolgreich wirkenden Terpentinöl (nach Klingmüller) dient dazu, den Heilungsprozeß zu beschleunigen.

Bezüglich der Frage der Strahlenbehandlung der oberflächlichen Trichophytien spricht sich der Autor dahin aus, im einzelnen Falle einen mehr abwartenden Standpunkt einzunehmen und zunächst festzustellen, ob nicht unsere sonstigen therapeutischen Maßnahmen zum Ziele führen. Ist dies nicht der Fall, so gehe man bedenkenlos auch hier zur Strahlen-

therapie über, wobei manchmal auch durch Blauscheiben filtriertes Quarzlicht erfolgreich wirkt. *H. M.*

Dr. B. Chajes, Berlin-Schöneberg. Die Therapie der Bartflechte. Th. d. G. 1918, S. 122.

Die Bartflechten sind die Domäne der Röntgenbehandlung. Neben dieser sind natürlich auch andere therapeutische Maßnahmen erforderlich, zumal die Strahlen ja keine pilztötende, sondern in der Hauptsache nur eine epilatorische und resorbierende Wirkung haben.

Bei der oberflächlichen Trichophytie hat der Autor bei zahlreichen Fällen durch Röntgenbestrahlung keine schnellere Heilung gesehen als durch die medikamentöse Therapie allein. Jedenfalls muß man sich davor hüten, Erytheme hervorzubringen, um ein In-die-Tiefe-dringen der Krankheit zu verhüten. Während der Röntgenbehandlung ist auch die Haut häufig empfindlich, so daß man bei der Anwendung konzentrierter Medikamente vorsichtig sein muß. Auch die Quarzlampenbehandlung ist bei den oberflächlichen Formen der parasitären Bartflechte überflüssig und — falls Reizungen hervorgerufen werden — direkt schädlich!

Die vom Autor zur Behandlung oberflächlicher Trichophytien angewandten Methoden sind: Täglich mehrmals Waschungen mit 1-proz. wässeriger Sublimatlösung, darauf bei Rückbildung des Krankheitsprozesses Waschungen mit 2-proz. Resorzin, Acid. salicyl. āā Spiritus. Als Salben kommen in Anwendung: 3—5-proz. Schwefel, Acid. salicyl. āā Salbe oder als Schüttelmixtur: Sulfur praecip. 5, Zinc. oxyd. 20, Perkaglyzerin 10, Aqu. dest. ad 100 (statt Sulfur kann man auch Resorzin 3 oder Acid. salizyl. 5 bzw. beides verordnen).

Bei tieferen Trichlophytien mit Infiltraten hat sich Bestrahlung mit harten Strahlen und Aluminiumfilterung $2^1/_2$—3 mm gut bewährt. Man gibt $1^1/_2$—2 S. N. und wiederholt die Bestrahlung nach 3—4 Wochen. Der Bartwuchs stellte sich regelmäßig nach einigen Monaten spätestens wieder ein. In besonders hartnäckigen Fällen ist eine nochmalige Bestrahlung erforderlich. Für die Dosierung hat sich das Fürstenausche Intensimeter sehr gut bewährt.

Neben der Röntgenbehandlung kommt bei der tiefen Trichlophytie die Behandlung mit feuchter Wärme in Betracht; außerdem sind größere Abszesse durch Einstich zu öffnen. — Ist eine Rückbildung der Infiltrate erfolgt und hat die Eiterabsonderung aufgehört, dann geht man zur Salbenbehandlung über. Als Salben kommen in Anwendung: 5—10-proz. Schwefelsalbe; später

β-Naphthol	2—5
Sulf. praecip.	5—10
Sapon. virid.	20
Vaselin	ad 100

oder die sehr günstig wirkende Brookesche Paste:

Hydrargyr. oleinici (5%)	28
Vaselin flav.	14
Zinc. oxyd.	
Amyl.	āā 7
Ichthyol	1
Acid. salicyl.	1,2

Die abends aufgetragene Paste wird am Morgen mit Benzin entfernt und dann erfolgt tagsüber die Applikation mit heißen Umschlägen.

Die Kombination der Röntgentherapie der Trichophytia profunda mit den genannten Methoden hat sich dem Autor bei einem großen Material von Trichophytiekranken sehr bewährt. *H. M.*

Dr. E. Kutznitzky u. Dr. F. Schaefer. Die Röntgenbehandlung oberflächlicher Dermatosen mit dem 0,5 mm Aluminiumfilter. Aus dem Licht- und Radiuminstitut der Breslauer Universitätsklinik für Hautkrankheiten (Geheimrat Jadassohn). Berl. klin. Woch. 1918, Nr. 39, S. 927.

Die Autoren benutzten fast stets bei der Bestrahlung der oberflächlichen Dermatosen eine harte Strahlung, die durch ein 0,5 mm dickes Aluminiumfilter von den weicheren für die Haut gefährlichen Strahlenarten geläutert ist. Diese Strahlung hat sich seit mehreren Jahren bei der Behandlung der meisten Dermatosen aufs beste bewährt.

Die Dosierung war folgende: Im allgemeinen werden nicht mehr als 5 X in einer Sitzung auf eine Hautstelle appliziert. Gewisse Hautregionen, wie z. B. das Gesicht, die Kindeshaut u. a., werden wegen ihrer größeren Empfindlichkeit nur mit je 3 X bestrahlt, ebenso wird bei Bestrahlung universeller Dermatosen, wie z. B. universelle Psoriasis, nur 3 X appliziert. Die Zwischenpausen sollen mindestens 10, höchstens 14 Tage betragen, das Intervall zwischen zwei Bestrahlungsserien mindestens vier Wochen.

Die Behandlung der einzelnen Dermatosen gestaltete sich folgendermaßen: Mit Ausnahme des akuten Ekzems werden alle Formen desselben bestrahlt. In der Regel wird eine reichliche Volldosis gegeben (11 X), verteilt auf drei Sitzungen zu 5, 3 und nochmal 3 X. Zwischen jeder Applikation liegen 10—14 Tage Pause. Eine Ausnahme hiervon machen die Nagelekzeme, bei denen naturgemäß stärker filtriert werden muß (1 mm Aluminiumfilter) und die in zwei Sitzungen von je 5 X in zehntägigem Abstand bestrahlt werden. Bei Gesichts- und Kopfekzemen beschränkt man sich als Anfangsdosis besser auf 3 X und gibt in 10 bis 14tägigen Intervallen wieder 3 X. Bei Säuglingsekzemen wird wöchentlich nur 1 X appliziert.

Bei Psoriasis gibt man höchstens eine Volldosis pro Serie, die auf drei Sitzungen zu je 3 X verteilt wird.

Allgemein ausgebreiteter Pruritus wird gleichfalls mit kleineren Dosen zu je 3 X, lokalisierter Pruritus (ani, vulvae) zweimal mit je 5 X in 14tägigem Intervall behandelt.

Beim Lichen ruber planus geht man ebenso wie bei der Bestrahlung des Ekzems vor: je 3 X bei universeller Dissemination, 5 X und 3 X und nochmals 3 X bei lokal beschränkten Herden; daneben die übliche Arsen-Medikation.

Akne vulgaris im Gesicht zuerst 3 X, dann aber dreimal je 2 X in Intervallen von 14 Tagen. Die Akne des Rumpfes erhält Dosen von 5 X dann je 3 X.

Epilationen der Bart- und Kopfhaare werden unter Verwendung eines 1 mm starken Aluminiumfilters vorgenommen, und zwar in einmaliger Applikation von je 10 X pro Stelle.

Die übrigen hier nicht angeführten, der Röntgenbehandlung zugänglichen Dermatosen fügen sich je nach Lokalisation und Charakter diesem Schema ein. *H. M.*

Dr. Dösseker. Die Röntgenstrahlenbehandlung der Acne vulgaris. Aus der Dermatolog. Universitätsklinik Bern. Th. Mon. Bd. 29. (Verspätet referiert.)

Da namentlich in den schweren Fällen von Akne die therapeutischen Maßnahmen (wie Schälkuren usw.) meist nur von vorübergehender Wirkung sind, so ist es von Bedeutung, daß wir in der Röntgentherapie eine — leider nur zu wenig geübte und bekannte — wirkungsvolle Methode zur Behandlung dieser für den Träger recht unangenehmen und entstellenden Krankheit besitzen.

Die Methodik war die folgende: Verwendet wird ausschließlich schwach (durch 0,3—0,5 mm Aluminiumblech) filtrierte Strahlung. Die Art der Bestrahlung ist eine offene, für das Gesicht vierstellige Totalbestrahlung. Die Fußpunkte der Röhrenstellungen werden in der Mittellinie der Stirn nahe der Haargrenze, je seitlich über der hinteren Partie der Jochbogen und über dem Kinn gewählt. Die Einzeldosis wird zu 3 bzw. $3^1/_2$—4 X je nach der Filterdicke (0,3 bzw. 0,5 mm Aluminium) gewählt, die Behandlung vollzieht sich in Serien, und zwar wird die einzelne Bestrahlungsserie so gestaltet, daß die zweite Bestrahlung 8—10 Tage nach der ersten und die dritte 10—14 Tage nach der zweiten erfolgt, also drei Sitzungen innerhalb drei Wochen. Danach wird stets eine Pause von einem Monat eingeschoben, um dann je nach dem erzielten Erfolg eventuell dieselbe Sitzungsserie zu wiederholen.

Was den Erfolg betrifft, so zeigte sich erfreulicherweise, daß gerade die ausgebreiteten pustulierenden und stark entstellenden Aknefälle rasch und gut beeinflußt werden, die meist schon nach der ersten Serie wesentliche Besserung oder Heilung zeigten. Fälle mit weniger derb infiltrierten und ohne eitrige Einschmelzung sich resorbierenden Knötchen und Knoten leisten gewöhnlich der Behandlung etwas größeren Widerstand.

Ist demgemäß die Momentanheilung durch Röntgenstrahlen im allgemeinen ziemlich einfach und leicht zu erreichen, so scheint die Erzielung der Dauerheilung schwieriger zu sein. Um Rückfälle zu vermeiden, wurden vom Autor auch bei vollem Freisein von Erscheinungen mit großen Zwischenräumen (6—8—12 Wochen) prophylaktische Einzelbestrahlungen appliziert, mit anscheinend voll befriedigendem Resultat. Die pessimistische Auffassung Wetterers, daß eine Dauerheilung einer schweren Akne ohne Hautschädigung kaum vorkommt, kann der Autor jedenfalls nicht teilen. *H. M.*

Prof. G. Holzknecht. Die Therapie der Röntgenhände. Aus der Zentral-Röntgenabteilung des allgemeinen Krankenhauses in Wien. Berl. kl. Woch. 1918, Nr. 49, S. 1172.

Die Hyperkeratosen der Haut, welche der seinerzeitigen Unkenntnis von der Hautgefährlichkeit unfiltrierten Röntgenlichtes ihren Ursprung verdanken, sind präkanceröse Bildungen, d. h. Vorstadien des Epithelioms. Sie durchlaufen in jahrelanger Entwicklung alle Stadien von der klinischen

Gutartigkeit der Hautschwiele bis zur späteren vollkommenen Malignität. Sie gleichen in jeder Beziehung den senilen Warzen, welche ebenfalls bis auf eine minimale Anzahl von Spontanheilungen in Epitheliome übergehen.

Die bisherige chirurgische Therapie der Röntgenkeratosen ist einer Verbesserung sehr bedürftig. Wegen ihrer großen Zahl und der Dichte, mit welcher sie im Bereiche der betroffenen Hautstrecken auftraten, wurden die Keratosen meist erst beim Übergang in ulzerierte Epitheliome entfernt. Trotzdem führte der operative Hautkonsum bald zu versteiften Gliedern mit adhärenter Haut und damit zu funktioneller Unbrauchbarkeit. Daneben traten in den rissigen Borken häufig Infektionen ein.

Es lag nahe, im Hinblick auf die günstigen Erfahrungen bei senilen Warzen und Epitheliomen der Haut, auch bei der Behandlung der Röntgenkeratosen die Strahlentherapie heranzuziehen. Dem entgegen stand aber die Meinung, daß die durch die Röntgenstrahlen entstandene Erkrankung durch weitere Röntgenbehandlung nur verschlechtert werden könne. Ausgedehnte praktische Versuche Holzknechts haben nun erwiesen, daß diese Auffassung irrig ist. Die Röntgenkeratose ist kein direktes Produkt der Röntgenbestrahlung, sondern eine Bildung, welche erst auf dem Boden der durch Röntgenstrahlen veränderten Haut sekundär entsteht. Direkte Wirkung der Strahlen ist die diffuse, vollkommen gleichmäßige teils hyperplastische teils atrophische Hautveränderung, wie sie ähnlich auch von chronischen Entzündungen hervorgerufen wird. Zirkumskript treten indirekt erst nach Jahren und Jahrzehnten die Keratosen auf. Da sie also ursächlich mit den Röntgenstrahlen nichts mehr zu tun haben, ist auch kein Anlaß, ihre Anwendung zu vermeiden, die bei den übrigen präkancerösen Bildungen so vorzügliches leistet.

Es wurden von Holzknecht an seinen eigenen und an den Händen von Kollegen gegen 150 Bestrahlungen mit filtrierten Strahlen an 50 Keratosen und 10 ulcerierten Epitheliomen ausgeführt. Die Dosierung war: 10—12 H durch 4 mm Aluminium, einmal verabreicht, oder 2—3 mal 6 H durch das gleiche Filter mit 14tägigen Intervallen. Auch Radium (Träger pro cm^2 Bodenfläche: 4 mgr Radiummetall, Filtration: bis 1 mm Aluminium bzw. Messing, Bestrahlungszeit: 1—8 Stunden) wurde angewandt.

Das Resultat war in allen Fällen von Keratosen ein voller Erfolg. Bei den Epitheliomen wurden 3 resistente Fälle beobachtet, welche operativ entfernt werden mußten. Ihre Prophylaxe soll in Zukunft in der Strahlenbehandlung aller Keratosen bestehen. *H. M.*

Dr. Everett S. Lain, Oklahoma-City. Strahlende Energie in der Behandlung der Hautkrankheiten. Derm. Woch. 1918, Nr. 45, S. 759.

Der Autor hat in den letzten 7 Jahren 177 Fälle von Epitheliomen der verschiedensten Art und Lokalisation mit Röntgenstrahlen behandelt. Von diesen leben und sind rezidivfrei: 162 = 91% der Fälle! Die Mißerfolge, die also 15 Fälle umfassen, betrafen hauptsächlich Epitheliome, die an den Nasenflügeln gerade an der Wangenfalte lokalisiert waren und infolgedessen einer größeren Beweglichkeit und Reizung unterlagen.

Was die so oft diskutierte Lokalisation der Epitheliome an der Lippe anlangt, so konnte der Autor unter 27 Patienten, die in den

letzten 7 Jahren mit Röntgenstrahlen behandelt wurden, bei 22 = 81% Rezidivfreiheit konstatieren. Ein ungewöhnlich guter Erfolg. *H. M.*

Prof. Dr. Galewsky u. Stabsarzt Dr. Weise. Über die Heilung eines Falles von plastischer Induration des Penis durch Röntgenbestrahlung. Aus der Haut- und Röntgenstation des Reservelazaretts I in Dresden. Derm. Woch. 1917, Bd. 64, S. 538.

Prof. Dr. Galewsky und Stabsarzt Dr. Weise. Weitere Erfahrungen über die Heilung der plastischen Induration des Penis durch Röntgenbestrahlung. Derm. Woch. 1918, Bd. 67, S. 575.

Nachdem schon Galewsky früher über Heilung der plastischen Induration des Penis mit Radium berichten konnte, veranlaßten ihn die Fortschritte in der Röntgenbestrahlungstechnik, speziell die Verwendung der Lilienfeld-Röhre mit ultraharten Strahlen, Versuche mit der Röntgenbestrahlung bei dieser Erkrankung zu machen.

Es wurden insgesamt 12 Patienten behandelt mit dem Resultat, daß 6 von ihnen geheilt wurden, 4 als gebessert und 1 als unbeeinflußt zu bezeichnen waren. 1 Patient blieb aus der Behandlung fort.

Die Bestrahlungstechnik gestaltete sich so, daß durchschnittlich alle 14 Tage eine Sitzung von 10 Minuten Dauer stattfand, in welcher etwa 150 Fürstenau-Einheiten verabfolgt wurden. Bestrahlt wurde mit einer mittelharten, jedoch nicht extrem harten homogenisierten Lilienfeld-Strahlung vom Härtegrad 12 Wehnelt; filtriert wurde mit 4 mm Aluminium.

Die Zahl der bis zur Heilung resp. Besserung nötigen Sitzungen schwankte zwischen 7 und 20 — die Gesamtdauer der Bestrahlungszeit betrug $1^1/_2$—$2^1/_2$ Stunden.

Die Induration hatte in allen Fällen den größeren Teil des Rückens des Penis befallen, die Konsistenz der Induration war unterschiedlich von weichknorpelig bis fast knochenhart. Bis auf einen Fall, wo die Induration eine besonders derbe, knochenharte Beschaffenheit zeigte, konnte stets eine weitgehende, fast vollständige Zurückbildung der Verhärtung erreicht werden. In manchen Fällen blieb ein kleines bis zu bohnengroßes Infiltrat als Rest der Induration zurück; die Beseitigung dieses kleinen Restes erwies sich meist als sehr schwierig, sie wurde deswegen nicht erzwungen, namentlich wenn das Ergebnis sonst ein befriedigendes war, um den Patienten nicht ohne zwingende Notwendigkeit der Gefahr einer Röntgenschädigung auszusetzen.

Mit der Rückbildung der Induration wurden die Beschwerden der Kranken stets gebessert resp. beseitigt: die Schmerzen verschwanden, die abnorme Knickung des Penis wurde beseitigt und die Potentia coëundi wieder hergestellt.

Im Vergleich zu früheren Zeiten, wo man dieser Erkrankung völlig machtlos gegenüberstand, muß die Röntgenbehandlung als ein erfreulicher therapeutischer Fortschritt bezeichnet werden. *H. M.*

Gustav Stümpke. Zur Röntgentherapie der Mycosis fungoides. Aus dem dermatologischen Stadtkrankenhaus Hannover-Linden. Derm. Woch. 1917, Bd. 46, S. 1035.

Der Autor berichtet über die Krankengeschichte eines Falles von Mycosis fungoides, der mit Röntgentherapie behandelt, aber in seinem Ver-

lauf nicht in durchgreifendem Maße beeinflußt wurde. Zwar wurde auf die einzelnen klinischen Manifestationen, die ekzematösen Prozesse wie auch die tumorartige Bildungen durch die Strahlen zeitweise günstig eingewirkt — aber der überaus starke und quälende Juckreiz ließ nicht wesentlich nach und auch der Rückfall ließ nicht lange auf sich warten.

Der Patient wurde im wesentlichen mit weichen Strahlen behandelt. Der Autor spricht mit Recht die Vermutung aus, daß mit einer anderen Technik, speziell Anwendung harter Strahlen für die ekzematösen Prozesse und gefilterter Strahlen für die Tumoren der Effekt sich wahrscheinlich günstiger gestaltet hätte. *H. M.*

S. Ehrmann. **Über den Zusammenhang von Pruritus, Dermographismus und Dermatitis lichenoides pruriens (Lichen simplex chronicus), Eczema nummulare (Lichenifikation und Ekzematisation) sowie der Lichtsensibilisierung der Haut mit viszeralen und gastro-intestinalen Störungen.** Aus der II. Dermatol. Abt. des k. k. Allgem. Krankenh. in Wien. Derm. Ztschr., Bd. 25, H. 5, S. 283.

Auf Grund sehr sorgfältiger Beobachtungen, die sich zum Teil über Jahrzehnte erstrecken, an einem großen Krankenmaterial, macht Ehrmann die Anschauung geltend, daß in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle von Pruritus, Dermographismus und Lichen simplex ein Kausalnexus besteht mit gastro-intestinalen Störungen.

Der Dermographismus ist eine Erscheinung, die zurückzuführen ist auf die Wirkung toxischer Körper (Eiweißkörper oder ihrer Spaltungsprodukte) auf die peripheren Nervenapparate der Gefäße, vielleicht auch zum Teil auf die direkte Einwirkung dieser Körper auf die Durchlässigkeit der Kapillarwand.

Die toxischen Körper verdanken ihr Entstehen Sekretionsanomalien des Magens (namentlich bei Alkoholikern), des Pankreas, Veränderungen im sekretorischen Apparate der Leber, Motilitätsstörungen des Darmes (chronische Obstipation, Darmatonie, Enteroptose), ulzerösen Prozessen des Darmes, abnormen Zersetzungsprodukten im Inhalte des Darmes, Entzündungen und Eiterungsprozessen des Genitales (Parametritiden, Endometritiden) und Menstruationsanomalien.

Pruritus und Dermographismus sind die vorbereitenden Stadien für den Lichen simplex oder die Neurodermie, wesentlich an Stellen, die einer, wenn auch leichten, so doch kontinuierlichen Reizung ausgesetzt sind (Ellenbeuge, Kniekehle, Hals u. s. f.); bei besonders hohen Graden ist die Ekzematisation bzw. Lichenifikation eine allgemeine. Die Lichenifikation kann, wenn sie zu einer schwieligen Verdickung und chronischer Infiltration der Haut führt, den Dermographismus und die ihn veranlassenden viszeralen Prozesse überdauern.

Unter diesem Gesichtspunkte ist es verständlich, daß nur bei den letztgenannten Fällen die Röntgentherapie von definitivem Erfolge sein kann, in anderen Fällen kann sie nur den Wert einer unterstützenden Behandlung haben und es ist mit Rezidiven zu rechnen, solange nicht die kausale Therapie, d. i. die Behandlung der der Krankheit zu Grunde liegenden inneren Prozesse (Magendarmstörungen usw.) eine erfolgreiche ist. *M. H.*

Iwanow. Ein Fall von Spätatrophie der Haut nach Anwendung von X-Strahlen bei Hypertrichosis. Dermatologia (Russ. Mon.) 1914, Bd. 4, Nr. 9. — Derm. Woch. 1916, S. 778.

Der Autor beobachtete eine Frau, bei welcher sich 4 Jahre nach einer wegen Hypertrichosis vorgenommenen Bestrahlung eine kosmetisch sehr häßliche Atrophie der Gesichtshaut mit Teleangiektasien ausgebildet hatte. *H. M.*

Dr. Ferd. Winkler, Wien. Die Behandlung von Hauterkrankungen mit Röntgentoxin (Röntgenin). Derm. Woch. 1917, Nr. 10, S. 244.

Als Röntgentoxin oder Röntgenin wird ein von E. Merck in Darmstadt seit 5 Jahren auf Grund von Versuchen F. Winklers hergestelltes Präparat bezeichnet, das aus dem Serum und aus bestimmten Organen (Milz, Nebennieren, Knochenmark) eines durch lange Zeit röntgenisierten Tieres erhalten wird. Die eiweißreiche Flüssigkeit gibt die Abderhaldensche Fermentreaktion und enthält die von Ernst Freund beim normalen Tier und beim normalen Menschen gefundene, aber beim tumorkranken Menschen vermißte „Normalsäure" nicht; wird das Präparat einem Tiere subkutan eingespritzt, so verliert das Serum des Tieres die Normalsäure, gewinnt aber die Abderhaldensche Reaktion. Wird es befruchteten Hühnereiern unter die Schale gespritzt, so ruft es Mißbildungen hervor; wird es graviden Laboratoriumstieren subkutan einverleibt, so veranlaßt es prompt Abortus; auf Mäuse wirkt es in Dosen, die 0,4 cm^3 übersteigen, tötend ein.

Spritzt man einige Kubikzentimeter Röntgenin in infiltriertes (leukämisches, fungöses, karzinomatöses oder sarkomatöses) Gewebe ein, so kommt es zur Erweichung mit konsekutiver Exfoliation. Die Einführung weniger Tropfen in eine mit Tuberculosis cutis verrucosa behaftete Hautstelle genügte, um schon nach 1—2 Tagen die Hauteffloreszenzen unter leisem Druck mit einem Wattebäuschchen abwischen zu können. Ähnlich ist auch die Heilwirkung bei Epitheliomen und Ulcus rodens deutlich. Auch die knollenförmige Acne rosacea, die medikamentöse Akne, die diskoide Form des Lupus erythematodes, ein melanotischer Naevus erwiesen sich dieser Therapie zugänglich. Besonders eigenartig war, daß der Autor einmal unter dem Röntgentoxin ein großes Röntgenulkus zur Heilung kommen sah.

Der Autor nimmt an, daß die Röntgenintherapie ihre theoretische Grundlage findet in der von Ribbert entwickelten Anschauung, daß aus zerfallenden Lymphozyten epithelfeindliche Stoffe frei werden; er hat deshalb den Vorschlag gemacht, in Karzinome zerriebenes Lymphdrüsengewebe oder aus ihm hergestellte Extrakte einzuspritzen. Da das Röntgenlicht in erster Linie das Lymphgewebe zum Zerfall bringt, so ist anzunehmen, daß in dem aus bestrahlten Organen gewonnenen Röntgenin solche epithelzerstörende Stoffe besonders reichlich vorhanden sind. Die Verwendung von Gewebsextrakten unbestrahlter Tiere, die zu Kontrollzwecken in gleicher Weise wie die Extrakte aus bestrahltem Tieren hergestellt waren, brachten jedenfalls in keiner Hinsicht Resultate, die mit denen der Röntgentherapie vergleichbar waren. *H. M.*

Dr. Ferd. Winkler, Wien. Über eine Röntgenallergiereaktion der Haut. Derm. Woch. 1917, Nr. 33, S. 792.

Führt man bei einem durch längere Zeit mit Röntgenstrahlen behandelten Menschen fern von der bestrahlten Stelle, nach Art der üblichen Impfungen zur Prüfung der Kutanreaktion nach Pirquet, das von Merck hergestellte Röntgentoxin (Röntgenin) in die Haut ein, so tritt in vielen Fällen an der Impfungsstelle am nächsten Tage eine papulöse Erhebung ein; bei Leuten, die mit Röntgenstrahlen nicht oder nur in geringem Ausmaß behandelt waren, wurde diese Reaktion bisher nicht gesehen. Es ist anzunehmen, daß es sich dabei um eine Allergiereaktion der Haut handelt in dem Sinne, in welchem Richet und Bergonié von einer anaphylaktisierenden Substanz sprechen, welche sich infolge der Wirkung der Röntgenstrahlen bildet und die ins Blut übergeht.

Vielleicht wird die durch Röntgenin hervorgerufene Kutanreaktion ein Maß dafür abgeben, wie lange eine Röntgenbehandlung fortgeführt werden darf, indem sie gewissermaßen die Saturation des Organismus mit Röntgenlicht anzeigt und vor Röntgenschädigungen bewahrt. *H. M.*

Prof. Franz v. Krzysztalowicz, Krakau. Erfahrung mit Radiumbehandlung. Derm. Woch. 1918, Bd. 67, S. 751.

Der Autor berichtet über seine Erfahrungen mit der Radiumtherapie bei 83 Fällen von Hauterkrankungen. Es handelte sich dabei um folgende Dermatosen: Epitheliome, Hauttuberkulose, Angiome, pigmentierte Naevi, Lupus erythematodes, Keloid, Rhinophyma, Lichen ruber corneus, Verrucae juveniles, Neurodermitis, Acne indurata cicatrisans.

Bei der Ausführung der Bestrahlungen kommen 2 verschiedene Methoden zur Anwendung: 1. oberflächliche Bestrahlungen mit weichen β-Strahlen ohne oder mit schwachen Filtern für oberflächliche Hautläsionen oder für solche tiefergreifende Veränderungen der Haut, wo stärkere Reaktionen mit Destruktion des Gewebes wünschenswert erscheinen, und 2. Tiefenbestrahlungen mit harten β- und mit γ-Strahlen mit starker Filterung und längerer resp. oft wiederholter Exposition für tiefgelegenes pathologisches Gewebe der Haut oder der Subkutis, bei denen eine nichtdestruierende Reaktion mit möglichst gutem kosmetischen Resultat erzielt werden soll.

Als Filter wurde Aluminium von $^1/_{100}$—1 mm Dicke gebraucht.

Bei den 29 Fällen von Hautepitheliomen war die Heilung in allen Fällen in relativ kurzer Zeit und mit kosmetisch gutem Resultat zu erreichen. Allerdings handelte es sich meist um oberflächliche Neubildungen, nur ausnahmsweise kamen tiefgreifende kankroide Epitheliome zur Behandlung.

Bei der Bestrahlung ging der Autor von dem Prinzip aus, die Neoplasmen ohne stärkere Reaktion zum Schwinden zu bringen. Deshalb wurden nur die ganz trockenen, mit dickem Epithel bedeckten Epitheliome sowie die Randstellen ohne Filter belichtet, bei den anderen dagegen, besonders den exulzerierten, wurden Aluminiumfilter ($^1/_{100}$, $^4/_{100}$—$^1/_{10}$ mm, auch dickere) angewandt. In der Mehrzahl der Fälle war schon nach einmaliger Bestrahlung von $1^1/_2$—2 Stunden ein recht günstiges Resultat

erreicht: die Neubildung verschwand nach der Reaktion (3—6 Wochen) und hinterließ eine schöne, wenig eingesenkte glatte Narbe.

Merkwürdigerweise reagierten die Epitheliome der Schleimhäute — im starken Gegensatz zu den Hautepitheliomen — durchweg ungünstig. Bei den 3 behandelten Fällen (Epitheliom der inneren Fläche der kleinen Schamlippe, Zungenepitheliom, exulzeriertes Neoplasma an der Analöffnung) war das Resultat schlecht, die Neubildungen nahmen unter der Therapie einen malignen Charakter an. Schleimhautepitheliome gehören daher nach Ansicht des Autors in die Hände des Chirurgen.

Die zweite große Gruppe der mit Erfolg behandelten Fälle bildeten die Hämangiome. Die größten Schwierigkeiten trifft man bezüglich der kosmetischen Resultate bei den flachen Angiomen (Feuermälern), die von ganz verschiedener Größe, von kleinen sternförmigen bis zu großen die Gesichtshälfte einnehmenden Flecken, sich darbieten. In diesen Fällen handelt es sich darum, die erweiterten Gefäße zur Atrophie zu bringen, ohne die Haut zu schädigen. Die flachen Angiome müssen deshalb eher langsam und vorsichtig als schnell und mit starker Wirkung behandelt werden. Als Filter diente $^1/_{10}$ mm Aluminium. — In den Fällen von erhabenen angiomatösen Tumoren (es wurden 7 Fälle behandelt) ist die Therapie viel einfacher und führt auch meist rascher zum Ziel.

Weiter wurden eine Reihe verruköser, stark pigmentierter Naevi bestrahlt. Bei den harten Naevi sind stets starke und langdauernde Bestrahlungen nötig, um die dicken Epithelschichten und die große Pigmentmenge zum Schwinden zu bringen. Es ist daher verständlich, daß 2—3-stündige Bestrahlungen mit starken Apparaten (Apparat von 19 cm Oberfläche, Radium in Firnis — Stärke 500000 Einheiten) und ohne Filter in diesen Fällen nur unbedeutende Reaktionen hervorzurufen pflegen. Die Bestrahlung schafft die epithelialen Erhabenheiten viel leichter weg als das Pigment. Die Pigmentreste bleiben häufig noch da, obwohl die Oberfläche ganz glatt und zuweilen leicht eingesunken erscheint.

Bei den weichen behaarten Naevi gelingt die Abflachung der erhabenen Stellen ganz leicht und es macht nur Schwierigkeiten, die Haare zu beseitigen, besonders dann, wenn die Haare nicht Lanugo, sondern stark entwickelt und dunkel gefärbt sind. Um das Pigment und die Erhabenheit der Naevi zum Schwinden zu bringen genügte meistens eine bis zwei $1^1/_2$—2 stündige Beleuchtung ohne Filter. Zwecks völliger Epilation mußte dann noch meist eine tiefere (mit Aluminiumfiltern $^4/_{100}$—$^4/_{10}$) Bestrahlung daran angeschlossen werden. — Die Narben waren nach dem Schwunde solcher weichen Muttermäler immer glatt und nur zuweilen unter die Hautoberfläche eingesunken.

Die Radiumbehandlung des Lupus vulgaris wurde nur gelegentlich bei kleinen Lupusherden im Gesicht, die nicht zu exzidieren waren, vorgenommen. Bestrahlt wurde ohne Filter mehrere Stunden mit Intervallen. In einem Falle von papulo-nekrotischem Tuberkulid im Gesicht (von Erbsengröße) war das Resultat nach zwei einstündigen Belichtungen (ohne und mit Filter) sehr günstig: die Herde verschwanden schnell, eine unbedeutende Narbe hinterlassend.

Ein Fall von sehr ausgebreitetem Lupus erythematodes der allen,

bisher angewandten Methoden getrotzt hatte, wurde mit dünnem Filter ($^1/_{100}$ mm Aluminium) jede Stelle je 1 Stunde bestrahlt. Es erfolgte eine starke Reaktion mit nachfolgender dicker Kruste, nach deren Abfallen eine glatte, leicht eingesunkene, deutlich narbige, hier und da mit erweiterten Gefäßen durchsetzte Stelle zurückblieb.

Die Keloide bilden einen dankbaren Gegenstand der Radiumbehandlung. In 3 solcher Fälle wurden günstige Resultate nach einmaliger tiefer Belichtung (Filter $^8/_{100}$ mm Aluminium) durch 2 Stunden erzielt. Nach der Behandlung blieb eine glatte, nicht erhabene und unbedeutende Narbe, welche anfangs rosarot war und nach einigen Wochen abblaßte.

Erfolge wurden auch bei 2 Fällen von Rhinophyma beobachtet. Es bestanden erhebliche Schwellung und höckerige Erhabenheiten der Nase. Diese Fälle wurden mit und ohne Filter beleuchtet, um sowohl eine oberflächliche, zur Krustenbildung führende, wie auch eine tiefe, auf die Gefäße wirkende Reaktion zu erhalten. Das Resultat war, daß die tuberösen Auswüchse sich verkleinerten und die Haut viel dünner wurde. Der Effekt war von Dauer.

Bei 2 Fällen von vergrößerten, entzündlichen Talgdrüsen im Gesicht, Acne indurata, bei denen die Geschwülste mehr als Erbsengröße erreichten, genügte eine $1^1/_2$—2stündige Belichtung mit Filter bis $^1/_{10}$ mm Aluminium, um eine Hyperämie und entzündliche Schwellung in den tieferen Schichten der Haut hervorzurufen. Nach dem Verschwinden der Reaktionserscheinungen flachten die Infiltrate ab und es blieben feine glatte Narben zurück.

In einem Falle von Lichen corneus wurde Radium verwandt. Es wurden 2 Bestrahlungen von je 1 Stunde Dauer (einmal mit $^1/_{10}$ mm Aluminiumfilter, das zweite Mal mit $^1/_{100}$ mm Aluminium) appliziert, wodurch sowohl eine tiefere Reaktion in den Infiltraten wie auch eine oberflächliche im veränderten Epithel gesetzt werden sollte. Das Resultat war gut: nach starker Reaktion verschwanden die Papeln unter Hinterlassung von Pigmentierung.

Schließlich wurden noch juvenile Verrucae an den Fingern zum Schwinden gebracht, indem man dieselben 2—3mal je 1 Stunde lang mit Intervallen von mehreren Tagen mit $^4/_{10}$ mm Aluminiumfilter bestrahlte.

Bemerkenswert ist eine histologische Untersuchung, die der Autor an einem exzidierten Stückchen eines Artikels Epithelioms am 12. Tag nach der Bestrahlung anstellen konnte. Es zeigten sich hochgradige Reaktionserscheinungen im Bindegewebe, welches die neoplasmatischen Zellen umgibt, während die letzteren selbst nur geringe Veränderungen (geringe Schwellung und Vakuolisierung) aufwiesen. Demnach scheint die gesteigerte Proliferation des Bindegewebes, die mit der Umwandlung der Infiltrationszellen in Bindegewebszellen beginnt, eine der Hauptursachen der Heilung der Epitheliome nach der Radiumbestrahlung darzustellen. *H. M.*

Dr. S. E. Sweitzer, Ass't Professor und Leiter der Dermatologischen Abteilung an der University of Minnesota in Minneapolis. Radium bei Hautkrankheiten. Derm. Woch. 1917, Nr. 18, S. 419.

Was zunächst die vom Autor benutzte Technik anlangt, so wurden flache Firnisapplikatoren verwandt, von viereckiger Gestalt und mit

Metallunterlage. Das Radium ist möglichst gleichmäßig über die Oberfläche verteilt und mit einem Firnisanstrich überzogen. Diese Applikatoren werden in voller Stärke, halber Stärke und viertel Stärke hergestellt. Ein Instrument voller Stärke enthält 5,4 mg reines Radium auf 1 qcm Oberfläche; ein halbstarker Apparat enthält 2,7 mg und viertelstarker 1,35 mg reines Radium pro Quadratzentimeter. Besonders praktisch hat sich dem Autor ein halbstarker Apparat erwiesen, der 10 mg reines Radium enthielt.

Die Filterung der Strahlen erfolgte durch Silber- oder Aluminiumfilter. Da in diesen Metallen sekundäre Strahlen erzeugt werden, die ihrerseits die Haut reizen können, werden die Filter mit mehreren Lagen schwarzen photographischen Papiers bedeckt und darüber eine Lage Gummistoff, wie ihn die Zahnärzte benutzen.

Um in Fällen, wo der Erkrankungsherd kleiner als der Applikator ist, die gesunde Haut zu schützen, werden 5—6 Lagen gewöhnlichen Stanniols benützt, das genau entsprechend der zu behandelnden Läsion einen Ausschnitt erhält und dem auf die Haut Gummistoff unterlegt wird, um die Wirkung der sekundären Strahlen zu vermeiden. Mit Heftpflasterstreifen werden Radium und Schutzplatten befestigt.

Zur Bestrahlung gelangten hauptsächlich Pigment- und Gefäßnaevi, Lupus erythematodes und Epitheliome.

Beim erhabenen Pigmentnaevus wurde eine Dosis verwandt, die genügt, um eine oberflächliche Krustenbildung zu erzeugen: zu diesem Zwecke wurde ein 10 mg Radiumapplikator 30 Minuten lang mit 0,1 mm starkem Silberfilter appliziert. Die Bestrahlung wird 2- oder 3 mal mit je 2 Tagen Zwischenraum wiederholt.

Beim flachen Gefäßnaevus werden Sitzungen von 15—20 Minuten unter Benutzung eines 0,01 mm Aluminiumfilters gegeben. Nach Ablauf der Reaktion kann solche Sitzung wiederholt werden, bis der Effekt erreicht ist. Bei kavernösem Angiom der Kinder wird in derselben Weise vorgegangen wie beim erhabenen Pigmentnaevus. Die kosmetischen Resultate waren im allgemeinen ausgezeichnet, doch muß man stets mit großer Geduld vorgehen und damit rechnen, daß Monate bis zur Vollendung der Kur vergehen. Ist die Dosis zu groß oder die Filterung ungenügend, bekommt man anstatt normal aussehender Haut eine Narbe.

Lupus erythematodes gibt in vielen Fällen sehr gute Heilresultate. Notwendig sind große Dosen. Der Autor gebrauchte einen 0,1 mm Silberfilter und applizierte das Radium während 5 oder 6 Tage täglich eine Stunde lang. Die Behandlung ist sehr langwierig, da nach Applikation einer bestimmten Dosis immer eine gewisse Zeit verstreichen muß, bis die Reaktion wieder vollkommen verschwunden ist. Daher braucht man oft viele Monate, um einen Heileffekt zu erzielen.

Epitheliome reagieren bekanntlich ausgezeichnet auf Radium und selbst Fälle sind geheilt worden, in denen die Röntgenstrahlen versagt hatten. Die Resultate waren am besten bei Anwendung eines 0,1 mm Silberfilters. Das Radium wurde 1—2 Stunden täglich bis zu einer Gesamtdosis von 8—10 Stunden appliziert. Dann nach 5 Wochen Wiederholung dieses Modus. *H. M.*

Dr. Ph. F. Becker, Frankfurt a. M. Quarz- und Kohlenlicht in der Behandlung eitriger Erkrankungen der Haut und deren Anhänge (Furunkel, Karbunkel, Hydrosadenitis, Paronychia acuta). Dt. med. Woch. 1918, Nr. 46, S. 1276.

Der leider kürzlich verstorbene, sehr verdienstvolle Dermatologe Ph. F. Becker, der auch als Mitarbeiter unserer Zeitschrift aus sehr beachtenswerten Aufsätzen unseren Lesern wohl bekannt ist, berichtet in der vorliegenden Arbeit über recht günstige Erfahrungen mit der Lichttherapie der Pyodermien, die an 195 Fällen gesammelt wurden.

Die Lichtbehandlung der Furunkel, die zwar vielfach geübt wird, erfreut sich noch lange nicht genügend der verdienten Anerkennung. Insbesondere sind es die gefährlichen Furunkel im Gesicht, die der Bestrahlung (mit oder ohne vorausgehende Eröffnung durch Stichinzision, Kauterisierung oder Elektrolyse) zugeführt werden sollten. Die Lichtbehandlung — namentlich in Kombination mit der Elektrolyse — ist nach den Erfahrungen Beckers ein Verfahren, das an Sicherheit des Erfolges der Inzision nicht nachsteht, bezüglich des kosmetischen Resultates diese aber übertrifft.

Die Quarzlampenbehandlung des Karbunkels bedeutet einen ganz entschiedenen therapeutischen Fortschritt gegenüber anderen Methoden. Ist es doch von nicht zu unterschätzender Bedeutung, wenn eine so progredient eitrige, bösartige, ja oft lebengefährdende Erkrankung statt durch einen Narkose bedingenden oft recht umfangreichen Eingriff mit Messer, Schere oder Paquelin durch eine Reihe von Lichtbestrahlungen sicher der baldigen, fast narbenlosen Heilung zugeführt werden kann. Allerdings ist neben der Lichttherapie dafür Sorge zu tragen, daß keine Eiterverhaltung eintritt. Die Behandlung vollzieht sich folgendermaßen: Nach stattgehabter Bestrahlung mit der Quarzlampe, die so stark sein muß, daß ein Erythem aber keine blasenbildende Dermatitis entsteht, werden durch Karbolwattestäbchen an einer oder mehreren Stellen in die Tiefe gehende Eitergänge erweitert und tamponiert. Die Bestrahlungen werden jeden Tag wiederholt und jedesmal folgen Karbolstäbchenbohrung und Tamponade. Sind die Abzugskanäle weit genug, dann fallen die Bohrungen fort und es sorgen Spülungen und Tamponade für Reinhaltung der Wunde. Nach Abstoßung alles nekrotischen Gewebes werden die Bestrahlungen seltener vorgenommen (ein- bis viertägige Pausen), damit sie die Überhäutung nicht beeinträchtigen. Unterstützung der Lichtbehandlung durch Leukogeninjektionen sowie Einreibung der Umgebung des Karbunkels mit Unguent. Credé ist empfehlenswert.

Auch die Schweißdrüsenvereiterung in den Achselhöhlen, die Hydrosadenitis suppurativa, welche unter chirurgischer Behandlung oft genug schwer heilt und von Rückfällen gefolgt ist, zeigte eine gleich günstige Einwirkung der ultravioletten Strahlen. Es genügt, neben der Lichtbehandlung eine Stichinzision oder eine Bohrung mit einem Karbolwattestäbchen vorzunehmen, um die Heilung zu erzielen.

Dieselben Grundsätze fanden ihre erfolgreiche Betätigung auch bei der akuten Nagelbetteiterung. In weitaus den meisten Fällen war nach 4—5tägiger Bestrahlung mit dem Kohlenbogenlicht die Wunde völlig trocken, ohne jede Spur von Eiterung, in gesunder Granulation begriffen. Nach

8 Tagen war die Heilung mit Erhalt des Nagels fast immer abgeschlossen. Auch hier wurde die Bestrahlung stets mit ein- bis zweimaliger Auskratzung mit folgender Karbolsäureauswischung und Tamponade verbunden. Nur da, wo die Erkrankung bereits lange bestanden und den ganzen Nagel unterwühlt und abgehoben hatte, war diesem Vorgehen ein Erfolg versagt. *H. M.*

Dr. Fritz M. Meyer, Berlin. Ein durch Quarzlicht geheilter Fall von schwerer Nageleiterung. Dt. med. Woch. 1918, Nr. 18, S. 490.

Der Autor berichtet über einen Fall von schwerer Nageleiterung, bei welchem im Anschluß an zwei Quarzlichtbestrahlungen in ganz kurzer Zeit Heilung eintrat. *H. M.*

Dr. Paul Sokolow. Erfahrungen über die Behandlung mit Quarzlicht („künstliche Höhensonne"). Aus der Universitätspoliklinik für physikalische Therapie in Zürich (Direktor: Prof. E. Sommer). Korr. f. Schw. Ä., Bd. 47, S. 673.

Der Autor berichtet über Erfahrungen, die er seit 14 Monaten an 32 Patienten in der Züricher Poliklinik mit der Quarzlampenbehandlung machen konnte.

Von den 32 Kranken litten 16 an Hautkrankheiten: 7 Fälle Ekzem, 1 Intertrigo, 5 Pruritis, 2 Acne rosacea und 1 Furunkulosis.

Die Ekzeme reagierten durchweg gut auf die Bestrahlung, was um so bemerkenswerter war, als alle Fälle vorher vergeblich mit Salben behandelt waren. Die hier angewandten Dosen waren Erythemdosen mit nachfolgender lamellöser Abschuppung.

Intertrigo unter beiden Mammae und zwischen den Glutäalfalten bei einer 68jährigen Frau hat sich durch die Quarzlampenbestrahlung bedeutend verschlechtert: Rötung und Nässen wurden verstärkt.

Acne rosacea hat auf die Lichttherapie in 2 Fällen, wo die Affektion schon seit 2 bzw. 3 Jahren bestand, sehr günstig reagiert. Auch hier wurde eine intensive Bestrahlung angewandt, um jedesmal ein Erythem mit nachfolgender Hautabschuppung hervorzurufen. Die auf diese Weise erreichte Schälung der Haut ist viel einfacher und reinlicher als z. B. bei Schwefelpastenapplikation, aber die Behandlung ist langwierig.

Viel raschere Resultate ergab die Bestrahlung bei der Furunkulose. Eine Patientin, die an einer über den ganzen Körper verbreiteten Furunkulosis litt, wurde nach 8 Bestrahlungen geheilt.

Die Wirkung des Lichtes auf Hautjucken war in einigen Fällen günstig, aber leider nur vorübergehend.

Außer den Hauterkrankungen wurden noch 16 innere und Nervenkranke bestrahlt.

Als ein gutes Heilmittel erwies sich das Licht in einem Falle von schwerem Asthma bronchiale, wo der Erfolg ganz überraschend war. Dagegen war die Behandlung in 3 Fällen von chronischem Gelenkrheumatismus und in 2 Fällen von Ischias gänzlich erfolglos. Bei Neurasthenikern wirkte die Bestrahlung manchmal suggestiv günstig. *H. M.*

Dr. Fritz M. Meyer. Die Behandlung des Haarausfalls mit Quarzlicht. D. med. Woch. 1918, Nr. 41, S. 1139.

Der Autor hatte Gelegenheit, an mehr als 300 Fällen von Haarausfall die Wirkung des Quarzlichtes bei dieser Erkrankung zu erproben.

Bei der Alopecia areata ist ja der Wert der Quarzlichtbehandlung allgemein anerkannt. Wenn auch nicht jeder Fall ein gleich günstiges Objekt bietet — die Länge der Erkrankung ist von Bedeutung, da bei frischen Fällen die Inaktivität der Haarpapillen noch nicht so weit vorgeschritten ist wie bei veralteten —, so sollte doch die Lichttherapie in allen Fällen zur Anwendung kommen, da sie diejenige Methode ist, die am sichersten zum Ziele führt. Die Technik ist so, daß bei kleineren Herden die Kromayer-Lampe zur Anwendung gelangt, und zwar am besten in Form von Distanzbestrahlungen, um die bei Kompressionsbestrahlungen häufig auftretenden Schmerzen zu umgehen. Bei größeren Herden wird die Quarzsonne herangezogen.

Wesentlich ungünstiger liegen die Verhältnisse in therapeutischer Hinsicht bei der Alopecia totalis, was insofern verständlich ist, als das Krankheitsbild das Ende eines meist recht lange bestehenden Prozesses, der fast ausnahmslos durch Alopecia areata bedingt ist, darstellt. Thedering hat empfohlen, für derartige Fälle filtrierte Röntgenstrahlen zu benutzen. F. M. Meyer hält im Hinblick auf die von ihm häufig festgestellten weitgehenden individuellen Schwankungen bezüglich der Empfindlichkeit der Haarpapillen gegenüber Röntgenstrahlen, die leicht zur Überdosierung führen können, dieses Verfahren nicht für empfehlenswert, sondern glaubt, daß man in jedem Falle totaler Alopecia zunächst unbedingt Quarzlichtbestrahlungen vornehmen soll, die dann u. U. noch zu einem recht weitgehenden Erfolg führen können.

Die Bestrahlung einer dritten Form des Haarausfalls, des diffusen Defluvium capillorum, der ein Symptom bzw. die Folgeerscheinung eines lokalen Hautleidens oder einer Allgemeinerkrankung darstellt, hat nach Ansicht des Autors noch nicht genügend Eingang in die Praxis gefunden. Besonders leicht reagieren die Fälle, bei denen der Haarausfall im Anschluß an eine akute Infektionskrankheit bzw. das Puerperium aufgetreten ist. Auch die Seborrhoe als Ursache der Erkrankung gestattet namentlich bei gleichzeitiger Anwendung eines Haarwassers bis auf verschwindende Ausnahmen eine gute Prognose. (Als Haarwasser empfiehlt der Autor bei Seborrhoea sicca: Hydrargyr. bichlorat. corros. 0,1, Perkaglycerin 10, Acet. 80, Spirit. ad 200 — und bei Seborrhoea oleosa: Hydrargyr. bichlor. corros. 0,1, Sol. Natr. bicarbonic. $^3/_{120}$ Spirit. ad. 200.) Besteht der Eindruck, daß der Haarausfall die Folge einer allgemeinen Neurasthenie ist, so soll man außerdem Sedativa, bei einer chlorotischen Grundlage Arsen verordnen.

Die Beherrschung der richtigen Technik ist beim diffusen Defluvium capillorum besonderes Erfordernis. Das Haar muß gescheitelt werden, damit die Strahlen direkt auf die Kopfhaut fallen und nicht durch das Haar absorbiert werden. Im ganzen sind 20 Bestrahlungen erforderlich, derart, daß 10 Scheitel gezogen werden und jeder einzelne Scheitel 2 mal belichtet wird. Die Umgebung wird nicht abgedeckt, damit auch der durch das Haar nicht absorbierte Teil der Lichtquelle zur Wirkung ge-

langen kann. In der einzelnen Sitzung werden nicht mehr als zwei Bestrahlungen vorgenommen.

Bei strikter Beobachtung dieser Technik sind die Erfolge meist ganz vorzüglich; nicht nur entsteht wieder in vielen Fällen ein voller Haarwuchs, sondern auch das gesamte Haar blüht auf und bekommt einen frischen Glanz. *H. M.*

Strahlentherapie in der inneren Medizin.

Prof. Dr. Stepp u. Dr. Wirth. Über Erfahrungen mit der Röntgentiefentherapie bei inneren Krankheiten. Aus der medizinischen Klinik zu Gießen (Direktor: Prof. Dr. Voit). Th. d. G. 1918, S. 153.

Die Autoren machen sehr interessante und wertvolle Mitteilungen über ihre im Verlaufe der letzten $2^1/_2$ Jahre mit der Röntgentiefentherapie gemachten Erfahrungen bei inneren Krankheiten. Behandelt wurden Fälle von Bauchfelltuberkulose, Nieren- und Blasentuberkulose, Tuberkulose der Lymphdrüsen, Lungentuberkulose, Morbus Basedowi, Strumen, chronische Arthritiden, Leukämien und Pseudoleukämien sowie Neuralgien. Als Apparat stand ein von Siemens & Halske gelieferter Tiefenapparat zur Verfügung. Als Röhren dienten Müller-Siederöhren, die eine Dauerbelastung von ca. 3 Milliampère ohne Schaden vertrugen; gefiltert wurde mit 3 mm Aluminium; die Dosierung erfolgte mit dem Kienböck schen Quantimeter und später mit dem Fürstenauschen Intensimeter.

Die guten Erfolge der Röntgentherapie bei der Bestrahlung der Tuberkulose der Drüsen und Gelenke veranlaßte die Autoren, auch bei der Bauchfelltuberkulose in größerem Umfange Bestrahlungversuche vorzunehmen. Es wurden 20 solcher Kranke — durchweg schwere Fälle mit hohem Fieber und beträchtlicher Prostration — mit Röntgenstrahlen behandelt und alle ohne eine einzige Ausnahme klinisch geheilt. In vielen Fällen zeigte sich schon nach einigen Bestrahlungen eine Besserung, zunächst in einer Veränderung im lokalen Befunde: der Leib wurde weicher und der Aszites ging zurück. Hand in Hand damit gingen Fortschritte im Allgemeinbefinden: der Appetit hob sich, das blasse Aussehen verschwand, es erfolgte Zunahme des Körpergewichtes. Die Zeit, die die Ausheilung beanspruchte, war verschieden. Bei den mit starkem Aszites einhergehenden Formen schienen sich die Fälle, die vorher punktiert waren, ganz besonders gut und rasch beeinflussen zu lassen. Bei den mehr mit Tumorbildung verlaufenden Formen dauert es gewöhnlich längere Zeit, bis eine Rückbildung der Geschwülste eintrat.

Die Technik war: Einteilung des ganzen Abdomens in Felder 10×10 cm, jedes Feld bekommt 30—40 X. Mehr als 3 Felder werden an einem Tage nicht bestrahlt, niemals wird die gleiche Stelle vor Ablauf von 14 Tagen wieder behandelt.

Da selbst in den außergewöhnlich schweren Fällen, bei denen die Prognose hoffnungslos schien, sich durch die Bestrahlung das Krankheitsbild zum guten wandte, so wird von den Autoren diese Therapie bei Bauchfelltuberkulose aufs wärmste befürwortet.

Auch die Röntgentherapie der Nieren- und Blasentuberkulose

zeigte in vielen Fällen so günstige Resultate, daß nach Ansicht der Autoren diese Behandlungsmethode unter allen Umständen weiter ausgebaut zu werden verdient.

Bei 13 Fällen von Nieren- und Blasentuberkulose gelangte die Röntgentherapie zur Anwendung. Mit Ausnahme eines Falles, bei dem die rechte mit Kavernen durchsetzte Niere entfernt war, und bei dem noch schwere Ulzerationen in der Blase bestanden, waren es doppelseitige Nierenerkrankungen mit schweren Blasenveränderungen oder Blasentuberkulosen bei Urogenitaltuberkulose.

Bei der Mehrzahl der Patienten fiel zunächst als erstes Ergebnis der Therapie auf, daß die quälendsten Erscheinungen, unter denen sie am meisten litten, der *Tenesmus* und die *Schmerzen bei der Miktion relativ rasch zurückgingen.* Manche der Kranken empfanden die Bestrahlungen geradezu als eine Erlösung.

Hand in Hand damit ging in einigen Fällen eine *zystoskopisch nachweisbare Besserung der Zystitis;* das vorher nur sehr geringe Fassungsvermögen der Blase hob sich und die Ureterenostien, die anfangs wegen der starken Injektion der Schleimhaut nicht zu sehen waren, konnten sondiert werden. Eine objektiv nachweisbare *Besserung der tuberkulösen Nierenveränderungen* selbst, auf die das fast völlige Verschwinden der Leukozyten im Harne deutete, konnte in 2 Fällen festgestellt werden. Da die Prognose in der Regel dann, wenn beide Nieren tuberkulös verändert sind, sehr schlecht ist, so ist der Einwand, daß in diesen Fällen eine Spontanheilung eingetreten wäre, nicht stichhaltig.

Nach den Erfahrungen der Autoren wäre die Indikationsstellung zur Röntgentherapie folgendermaßen zu stellen: 1. In den Fällen, wo nach Exstirpation der einen schwer erkrankten Niere noch lange Zeit Blut und Eiter im Harn ausgeschieden werden, ein Zeichen dafür, daß noch *beträchtliche Ulzerationen in der Blase* vorliegen. 2. Bei *tuberkulöser Erkrankung beider Nieren.* Da hier bei abwartendem Verhalten der Verlauf in der Regel durchaus ungünstig ist, so kommt als einzige Erfolg versprechende Behandlung die Röntgentherapie in Frage. Man wird aber mit einer sehr langen Behandlungsdauer rechnen und kräftige Dosen geben müssen. 3. Ein Versuch mit Röntgenstrahlen *bei ganz beginnender, einseitiger Nierentuberkulose* erscheint nach den bisherigen Erfahrungen durchaus erlaubt. Wenn im Verlaufe von $1-1^1/_2$ Jahren eine Besserung nicht eintritt, kann man immer noch operieren.

Die *Technik* war folgende: jede Niere erhielt in der Regel 2 Felder zu je 40 X, die Blase 2 Felder zu je 30—40 X, die Bestrahlungen wurden alle 3—5 Wochen wiederholt. Einige der Kranken wurden in dieser Weise seit $1^1/_2$ Jahren behandelt, ohne daß irgend welche schädliche Einwirkungen zu beobachten waren.

Der Erfolg der *Röntgentherapie bei den tuberkulösen Lymphomen des Halses* war fast durchweg ein vollständiger. Nur ganz wenige Drüsen (unter 69 Fällen 2) erwiesen sich als refraktär. Verschieden war nur die Strahlendosis, die notwendig war, um eine Verkleinerung herbeizuführen. In manchen Fällen genügte eine 4—5 malige Verabreichung von 30—40 X, um die Drüsen völlig zum Verschwinden zu

bringen, in anderen wieder war eine 3—4 mal so große Strahlenmenge nötig, um die Drüsen deutlich zu verkleinern. — Da die Bestrahlung in allen Stadien — von der einfachen frischen Schwellung bis zu den in Eiterung übergegangenen Drüsen mit Bildung von Fistelgängen — sich wirkungsvoll erwies, so hat sich dieses Verfahren zu einem beachtenswerten Konkurrenten der chirurgischen Therapie entwickelt.

12 Fälle von Morbus Basedowi wurden einer Tiefenbestrahlung unterworfen. Das Resultat war, daß in 6 Fällen eine deutliche und in 3 Fällen eine leichte Besserung eintrat; 3 blieben gänzlich unverändert. Die Besserung bestand in einem Nachlassen der Tachykardie, Schwinden der nervösen Erregbarkeit mit Besserung des Schlafes und des Appetits. Eine Verkleinerung der Struma und ein Zurückgehen des Exophthalmus war nur in einem einzigen Falle zu verzeichnen. — Die Wirkung der Röntgenstrahlen kann beim Basedow nicht als sicher bezeichnet werden; immerhin erscheinen weitere Versuche als durchaus wünschenswert.

Auch bei den gewöhnlichen Hyperplasien der Schilddrüsen, den sog. parenchymatösen Strumen haben die Autoren die Strahlenbehandlung versucht. Im Gegensatz zu anderen Autoren, die mit der Röntgenbehandlung einfacher Strumen wenig erreichten, konnten Stepp und Wirth unter 37 Fällen 11 mal eine wesentliche Verkleinerung erreichen; unter diesen 11 waren 3 Fälle, bei denen die Drüse wieder eine normale Größe erreichte. Die Bestrahlung war allerdings sehr langwierig, sie wurde meist über viele Monate bis zu einem Jahre fortgeführt. Da wo eine Verkleinerung eintrat, zeigte sie sich meist erst nach 7 und mehr Bestrahlungen und es war eine Seltenheit, wenn die Drüsen schon auf 3—4 Dosen reagierten. Die ganze Dosis wurde jeweils in 2 Feldern zu je 30—40 X verabreicht und in Abständen von 3—4 Wochen wiederholt. Bemerkenswert war, daß in 2 Fällen sehr schwere Erscheinungen eines Röntgenkaters auftraten.

Wenig bekannt ist die Wirkung der Röntgenstrahlen bei den chronischen Polyarthritiden mit Neigung zur Deformierung. Auch hier konnte in 2 Fällen ganz Überraschendes erzielt werden. Bei der einen Patientin, bei der sehr starke Schwellungen der Gelenke der Unter- und Oberextremitäten bestand, so daß das Gehen ebenso wie die Benutzung der Hände vollkommen unmöglich war, trat nach einer $1^1/_2$ jährigen Bestrahlungsbehandlung eine im funktionellen Sinne nahezu völlige Heilung ein. Bei der Kranken, der man nach den bisherigen Erfahrungen eine ganz ungünstige Prognose erteilt hatte, war trotz der enorm hohen Dosen (viele Tausende von X) irgend eine schädliche Einwirkung derselben auf den Körper nicht zu erkennen.

Bei einem ähnlichen, sehr hartnäckigen Fall, einer Frau von 59 Jahren, bei der neben anderen Gelenken vorwiegend das rechte Knie verdickt war und die monatelang unbeweglich gelegen hatte, gelang es, das hochgradig schmerzhafte Gelenk durch energische Bestrahlungen zum Abschwellen zu bringen und zu mobilisieren. Auch diese Patientin konnte schließlich mit Unterstützung eines Stockes wieder gehen.

Die Röntgenbehandlung der Leukämien stellt einen gesicherten Besitz unserer Therapie dar. Es ist kein Zweifel, daß bei richtiger Bestrahlungstechnik in manchen Fällen volles Wohlbefinden und volle Arbeits-

fähigkeit durch Jahre sich erhalten läßt. Eine der Patientinnen wird seit dem Jahre 1914 von Zeit zu Zeit bestrahlt unter dauernder Kontrolle des Blutbildes. Die Zahl der Leukozyten, die anfangs 236000 betrug, sank allmählich auf 30—40000 und konnte seitdem mit geringen Schwankungen dauernd auf dieser Höhe erhalten werden. Die Kranke ist dauernd voll leistungsfähig. — Die bei der Bestrahlung der Pseudoleukämien und Granulomen gewonnenen Eindrücke, deren Zahl zu gering ist, um etwas Sicheres über den Erfolg aussagen zu können, ermutigen zu weiteren Versuchen.

Schließlich wurden noch 2 Fälle von Trigeminusneuralgien mit Röntgenstrahlen behandelt. Bei dem einen, einem Arzte, war bisher alles mögliche ohne erkennbare Wirkung versucht worden. Er erhielt beiderseits auf die Umgebung der Nervenaustrittsstelle je 40 X. Der Erfolg war der, daß er seit der Bestrahlung nur hin und wieder ganz leichte Schmerzen verspürte, die schweren Anfälle aber vollkommen aufhörten. — Auch bei dem zweiten Kranken mit Neuralgien im Ausbreitungsgebiete des ersten und zweiten Astes verschwanden die heftigsten Schmerzen nach Verabreichung von 40 X auf die linke Wangenseite. Wenn auch natürlich noch nicht in diesen Fällen von einem Dauererfolg die Rede sein kann, so ermuntern sie doch dazu, die Röntgenstrahlen bei den so schwer beeinflußbaren Neuralgien weiter zu erproben. *H. M.*

Prof. Dr. Stepp u. Prof. Dr. Cermak, Gießen. Über die bewußte Erzeugung und Verwertung der Sekundärstrahlen bei der Röntgentherapie. Mün. med. Woch. 1918, Nr. 40, S. 1102.

Der Gedanke, künstlich im Innern des Körpers erzeugte Sekundärstrahlen zu Heilzwecken zu verwenden, ist bisher auf seine praktische Verwendbarkeit hin nicht genügend erprobt worden. Die Autoren nahmen die Versuche wieder auf und wählten zu diesem Zwecke die Einführung von Jod und Silber in das erkrankte Gewebe. Diese beiden Körper sind Elemente, deren Atomgewicht die beste Ausbeute an Eigenstrahlen gewährleistet; überdies sind sie nicht schädlich, sondern das wirksame Prinzip wichtiger Heilmittel, deren Anwendungsweise und Wirkung gründlich studiert sind.

Zunächst wurde bei neun Fällen von Blasentuberkulose das Kollargol in dem angedeuteten Sinne versucht. Es wurden 150—200 ccm einer 1 proz. Kollargollösung in die Blase gefüllt und dann von außen wie auch sonst bestrahlt. Es handelte sich meist um solche Kranke, die kräftige Röntgenstrahlendosen vorher ohne Schaden ertragen hatten, bei denen aber dann im Heilverlauf ein Stillstand bzw. eine Verschlechterung eingetreten war. Die Bestrahlung der mit Kollargol gefüllten Blase wurde 5—6 mal in Zwischenräumen von jeweils mehreren Wochen wiederholt. Das Resultat war in vielen Fällen eine objektive und subjektive Besserung, ohne daß sich der geringste Anhaltspunkt für eine ungünstige, schädigende Wirkung der Sekundärstrahlen auf das kranke Organ oder auf gesunde Organe in der Umgebung ergeben hätte.

Ganz auffallende Besserungen sahen die Autoren von der Sekundärstrahlentherapie bei einigen Fällen von Gelenkerkrankungen, bei denen das Jod bzw. Silber als Quelle der Sekundärstrahlen verwandt wurde. Das Jod wurde als Jodoformglyzerin in das Gelenkinnere

gespritzt, das Silber als Ungent. Credé in die Haut über dem Gelenk eingerieben. (3—4 g der Salbe wurden nach Entfettung der Haut mit Alkohol und Äther so lange eingerieben, bis die Hauptmenge in der Haut verschwunden war.) Eine ganz eklatante Wirkung konnte z. B. bei einem Patienten mit chronischer rechtsseitiger Omarthritis, bei welchem die gewöhnliche Röntgenbehandlung keine Besserung gebracht hatte, mit der Bestrahlung nach vorhergehender Einreibung der Silbersalbe erzielt werden; auch mehrere Fälle von Kniegelenkstuberkulose reagierten nach Jodoformglyzerineinspritzung und nachfolgender Durchbestrahlung mit ganz überraschender Besserung.

Weiter wurden bei einigen Fällen von Basedowscher Krankheit in die Struma Ungt. Credé eingerieben und danach bestrahlt. Und schließlich wurden bei einigen Patienten mit Tumoren (Karzinom, Lymphosarkom) Versuche mit innerlicher Darreichung von Jodkali begonnen, in der Hoffnung, daß die Speicherung des Jods im kranken Gewebe bei der Tiefenbestrahlung eine kräftige Sekundärstrahlenwirkung erzeugt. Diese Versuche sind jedoch noch nicht abgeschlossen.

Ein abschließendes Urteil über die Bedeutung der Sekundärstrahlentherapie abzugeben, ist noch nicht möglich. Die Forderung, daß die Methode keinen Schaden anrichtet, ist jedoch erfüllt, so daß weitere Versuche zu empfehlen sind. *H. M.*

Dr. v. Roznowski. Siemens-Aureollampe. Aus dem Städtischen Krankenhaus Moabit in Berlin. Th. d. G. 1918, S. 336.

Der Autor berichtet über Erfahrungen, die mit der Behandlung von 125 Patienten mit der Siemens-Aureollampe im Berliner Krankenhaus Moabit gemacht wurden.

Die Aureollampe verfolgt den Zweck, auf den Kranken eine Lichtwirkung auszuüben, die der des natürlichen Sonnenlichtes sehr nahe kommt. Sie stellt eine Lichtquelle von weit sonnenähnlicherem Charakter dar, als die bisher als „künstlicher Höhensonne“ bezeichnete Kromayer-Quarzlampe. Die Aureollampe ist eine Kohlen-Flammenbogen-Lampe mit intensiv weißem, ein klein wenig ins blauviolette spielendem Licht; sie liefert ein kontinuierliches Spektrum, das nach der kurzwelligen, ultravioletten Seite etwa ebenso weit reicht als das der Hochgebirgssonne (bis 290 $\mu\mu$). Die Quarzlampe dagegen ist eine Quecksilberdampflampe, deren vorherrschender Farbenton blaugrün ist; sie hat ein Linienspektrum mit farblosen Zwischenräumen; ihr therapeutischer Wert beruht auf der Wirkung der dem Auge unsichtbaren ultravioletten Strahlen, die im natürlichen Sonnenlicht nicht die Hauptrolle spielen.

Die Wirkung der Aureolenbestrahlung auf die Haut gleicht in der Tat völlig der eines natürlichen Lichtbades: es tritt eine mehr oder weniger intensive Rötung auf, die zunächst jedesmal einige Stunden nach der Belichtung verschwindet, um einer an Stärke ganz allmählich zunehmenden Pigmentierung Platz zu machen. Blasenbildung oder stärkere Hautreizungen wurden nicht gesehen.

Die vom Autor benutzte Siemens-Aureollampe hatte seitlich strahlendes Licht mit großem Reflektor, der bequeme Bestrahlung des Oberkörpers von drei nebeneinander vor der Lampe sitzenden Kranken gestattete.

Es wurde mit 5 Minuten Bestrahlungsdauer und 75 cm Abstand begonnen und die Bestrahlung im Laufe der ersten 14 Tage auf 30 Minuten und 50 cm Entfernung gesteigert. Man wechselte in der Weise ab, daß man den einen Tag Brust-, den anderen Tag Rückenbestrahlung gab.

Unter den 125 behandelten Kranken waren 90 Tuberkulöse und 35 nicht tuberkulös Kranke. Unter den letzteren befanden sich hauptsächlich Rekonvaleszenten nach verschiedenartigen schweren Erkrankungen sowie chirurgisch Kranke mit Knochenfisteln, Empyemfisteln, schlecht granulierenden Wunden usw.

Die 20 Rekonvaleszenten reagierten sehr ungleich: während bei 8 Rheumatikern gute Wirkung erzielt wurde und 3 Fälle von exsudativer Pleuritis in der Heilung zweifellos beschleunigt wurden, blieben 4 Typhus- und Dysenterierekonvaleszenten ohne erkennbare Bestrahlungswirkung; ebenso wenig konnte bei 2 Anämien ein sicherer Erfolg der Bestrahlung festgestellt werden; bei 2 Fällen von Endokarditis mußte der Bestrahlungsversuch abgebrochen werden, da Pulsbeschleunigung und Atemnot einen Kollaps befürchten ließen.

Auch bei 10 chirurgischen, nicht tuberkulösen Kranken wurde eine erkennbare Wirkung dsr Bestrahlung nicht erreicht.

Von besonderem Interesse war der Erfolg der Lichttherapie bei den Tuberkuloseerkrankungen. Die 90 bestrahlten Tuberkulosefälle umfaßten 15 Drüsen-, 11 Knochen-, 4 Serosa- und 60 Lungentuberkulosen.

Von den Drüsentuberkulosen (Hals-, Supraklavikular- und Axillardrüsen mit und ohne Fisteln) wurden 6 gut beeinflußt, d. h. sie gingen unter der Bestrahlung rasch zurück (nach 25 resp. 34 Bestrahlungen). Die übrigen Fälle blieben unbeeinflußt.

Die Knochentuberkulosen reagierten ebenfalls nur etwa zur Hälfte in günstiger Weise: 6 Fälle blieben ohne Einfluß, während 3 tuberkulöse Knochenfisteln, die monatelang durch andere Therapie nicht beeinflußt worden waren, sich nach etwa 5wöchiger Bestrahlung schlossen und 2 Fälle von Spina ventosa geheilt wurden.

Die Bestrahlungswirkung auf ein 3jähriges Kind war besonders auffällig. Dasselbe war ein Jahr lang im Krankenhaus behandelt an immer wieder neu auftretenden tuberkulösen Abszessen, Spina ventosa, Knochenfisteln, dicken Hals- und Achseldrüsenpaketen; es war ein jämmerliches schwaches Geschöpf, bei dem an Stehen oder Laufen nicht zu denken war. Nach 30 Bestrahlungen hatte es keine Fistel mehr, nahm an Gewicht zu und nach 60 Bestrahlungen, d. h. $2^1/_2$ Monaten, war es kaum wiederzuerkennen. Alle Knochenerscheinungen waren restlos verheilt, die Achseldrüsenpakete hatten sich wesentlich verkleinert, es wurde eines der lustigsten Kinder der Station und wurde nach 160 Bestrahlungen laufend als ausgeheiltes Tuberkulosekind nach Hause entlassen. Eine zweifellose Aureolsonnenwirkung.

Den 60 Lungentuberkulosen galt das Hauptinteresse. Nur als aktive Tuberkulose gesicherte Kranke wurden zu dieser Gruppe hinzugenommen. Da man bald die Beobachtung machte, daß für progressive Phthisen im III. Stadium die Bestrahlungen nur eine Anstrengung bedeuteten, ohne daß diese Kranken einen Nutzen davontrugen, ließ man keine Kranken mit vorgeschrittener Phthise zur Bestrahlung mehr zu.

In den übrigbleibenden 50 Fällen von Lungentuberkulose I. und

II. Stadiums bedeutete die Aureolenbestrahlung dagegen mit wenigen Ausnahmen eine subjektiv angenehme, den Heilverlauf unterstützende Behandlungsart. Nicht nur die Fälle im I. Stadium wurden gut beeinflußt (Gewichtszunahme, geringere auskultatorische Erscheinungen, subjektives Wohlbefinden), sondern auch die meisten Lungentuberkulösen II. Stadiums zeigten ein viel schnelleres Zurückgehen der akuten Erscheinungen als bei Kranken gleicher Art, die in der gleichen Pflege auf der gleichen Station als Kontrollfälle behandelt wurden.

Zwei Fälle z. B., Mädchen von 17 und 14 Jahren, kamen mit klinisch sicherem tuberkulösem Katarrh einer Lungenspitze in Bestrahlungsbehandlung, nachdem sie vorher seit 4 Monaten ständig sich verschlechtert hatten. Die 17jährige verließ das Krankenhaus nach $2^1/_2$ Monaten mit 20 Pfund Gewichtszunahme ohne jeden krankhaften Befund, die 14jährige brachte es in 2 Monaten auf 5 Pfund Gewichtsvermehrung, aber auch bei ihr wurde völlige Ausheilung erzielt; jetzt nach $^3/_4$ Jahren ist sie noch frei von Beschwerden oder Rezidiv.

Der Autor kommt zu dem Schluß, daß die Aureollampe bei Lungentuberkulosen im Anfangsstadium eine willkommene und wirksame Unterstützung der bisherigen Behandlungtmethoden bedeutet. *H. M.*

Dr. A. Laqueur u. Dr. V. Lasser-Ritscher. Über die Behandlung der tuberkulösen Peritonitis mit der künstlichen Höhensonne. Aus der I. inneren Abteilung und der hydrotherapeutischen Anstalt des Rudolf Virchow-Krankenhauses zu Berlin. Med. Klin. 1918, Nr. 12, S. 291.

Während bei der Lichttherapie der chirurgischen Tuberkulose sowie bei der Lungentuberkulose in den meisten Fällen ein sich über Monate erstreckender Zeitraum notwendig ist, bis das Resultat einer Heilung oder an Heilung grenzenden Besserung erreicht ist, ist demgegenüber das Verhalten der tuberkulösen Peritonitis unter der Lichttherapie insofern von besonderem Interesse, als die klinische Besserung der subjektiven und objektiven Symptome hier klar und leicht erkennbar ist und nach den Erfahrungen der Autoren in günstig reagierenden Fällen sehr rasch nach Beginn der Behandlung eintritt.

Die Beobachtungen der Autoren beziehen sich auf 21 mit der künstlichen Höhensonne behandelte Fälle von tuberkulöser Peritonitis (12 davon waren Kinder im Alter von 14—16 Jahren). In 15 dieser Fälle wurde allein durch Lichttherapie eine erhebliche Besserung bzw. Heilung erreicht. Der Verlauf der günstig beeinflußten Fälle war ganz regelmäßig so, daß sofort mit Beginn der Lichttherapie der Rückgang der krankhaften Erscheinungen einsetzte; sehr rasch ging der Aszites zurück, was in einer ganz beträchtlichen Abnahme des Leibesumfanges zum Ausdruck kam (in einem Falle z. B. nahm der Leibesumfang innerhalb drei Tagen um 10 cm ab).

Dieser rasche Rückgang des Flüssigkeitsergusses bald mit Einsetzen der Bestrahlung deutet darauf hin, daß der wesentliche Faktor in der Heilwirkung des ultravioletten Lichtes in einer Anregung der Resorptionstätigkeit des Bauchfells besteht. Mit dem Rückgang der örtlichen Erscheinungen ging dann bei Fortsetzung der Lichttherapie die Hebung des Allgemeinbefindens einher, wie wir es auch sonst unter der Einwirkung der künstlichen Höhensonne sehen.

Von den 21 behandelten Kranken blieben sechs unbeeinflußt. Unter diesen waren drei, bei denen die Bauchfellerkrankung ohne nachweisbaren Flüssigkeitserguß einherging, was nach dem eben gesagten kein Zufall war. Bei zwei weiteren Fällen bestand Komplikation mit hochgradiger Lungentuberkulose, die bald zum Exitus führte.

Was die Technik der angewandten Bestrahlung anlangt, so wurde stets der ganze Körper von der Vorderseite, und nicht etwa nur der Leib allein bestrahlt. Es gelangte die bekannte künstliche Höhensonne mit dem Hagemannschen Glühlampenring zur Anwendung. Die erste Sitzung wurde mit 1 m Lampenabstand und 5 Minuten Bestrahlungsdauer begonnen, dann bei jeder folgenden Sitzung um 3 Minuten Bestrahlungszeit gestiegen, bis schließlich eine Dauer von $^1/_2$ Stunde bei 70 cm Distanz erreicht wurde. Da häufig bei Beginn der Behandlung bei täglicher Bestrahlung fieberhafte Anfangsreaktionen auftraten, wenden die Autoren in fiebernden Fällen zu Anfang die Bestrahlung nur jeden zweiten Tag an. Da trotz dieser sehr schwachen anfänglichen Dosierung im Beginn der Behandlung schon eine sehr energische Wirkung eintrat, so kann man nur annehmen, daß die therapeutische Wirkung des Lichtes sich fermentartig in Aktivierung der Zelltätigkeit — in diesem Falle der resorptiven Tätigkeit der Endothelien des Peritoneums — äußert. Da ein tieferes direktes Eindringen der Lichtstrahlen in die Gewebe nach allen bisherigen Untersuchungen ausgeschlossen ist, so wird vermutlich diese Aktivierung indirekt durch Übertragung der Lichtenergie auf dem Wege der Blutbahn erfolgen. *H. M.*

Dr. R. Levy. Beeinflussung der Körpertemperatur durch Quarzlicht bei Tuberkulösen. Aus dem Reservelazarett I, Zweibrücken. Mün. med. Woch. 1918, Nr. 10, S. 269.

Der Autor behandelte auf einer Lungenbeobachtungsstation eine kleine Anzahl fieberfreier Patienten mit Quarzlichtbädern. Durch die ziemlich energische Behandlung wurde in einem Fall ausgesprochener Lungentuberkulose Fieber, in zwei weiteren Fällen sicherer Lungentuberkulose subfebrile Temperaturen erzeugt. In anderen Fällen trat zwar kein Fieber auf, jedoch war an den Temperaturkurven das Auftreten starker Tagesschwankungen zu beobachten. In wieder anderen Fällen war nur eine leichte Hebung des Temperaturniveaus zu verzeichnen. Eine Anzahl von Tuberkulösen blieb hinsichtlich der Temperatur vollständig unbeeinflußt. *H. M.*

Dr. Walter Hesse. Die Behandlung des Erysipels mit Röntgenstrahlen. Aus der Kgl. medizinischen Universitätsklinik Halle (Geheimrat Dr. Schmidt). Mün. med. Woch. 1918, Nr. 19, S. 505.

Die vielseitige Wirkung der Röntgenstrahlen auf pathologisch verändertes Gewebe veranlaßte den Autor zu dem Versuch, die Röntgenstrahlen der Behandlung des Erysipels nutzbar zu machen. Seit einem Jahre wurden von ihm 60 Erysipele der Röntgenbehandlung unterworfen und dabei so günstige Resultate erzielt, daß die Erysipeltherapie damit um ein neues Behandlungsverfahren bereichert worden ist.

Zur Behandlung kamen 43 fiebernde und 7 nichtfiebernde Fälle, die sämtlich in Heilung ausgingen.

Die Behandlung fand in der Weise statt, daß jedes Erysipel täglich einmal mit durch 2—3 mm Aluminiumfilter gehärteten Strahlen drei Minuten lang bestrahlt wurde (Sicderöhre, 3 MA Stromstärke, Abstand 20 cm, Feldgröße 20 cm). Dabei wurden im Durchschnitt 8 Kienböckeinheiten täglich auf das zu bestrahlende Feld geworfen. Die Bestrahlungen werden so lange fortgesetzt, bis entweder das Fieber zur Norm abgefallen ist oder der entzündliche Hautprozeß durch Rückgang von Rötung und Schwellung den Ausgang in Heilung erkennen läßt. Dieses Ergebnis war in durchschnittlich 2—5 tägiger Bestrahlung erreicht. In hartnäckigen Fällen wurden 7—8 Bestrahlungen gegeben. Darüber hinaus empfiehlt es sich nicht zu gehen, um Röntgenschädigung der an sich schon empfindlichen erysipelatösen Haut zu vermeiden.

Da sich der Erfolg einer Erysipelbehandlung am objektivsten in der Beeinflussung der Fieberkurve wiederspiegelt, teilt der Autor die fiebernden Fälle nach dem Erfolg der Behandlung in drei Gruppen ein.

Die erste Gruppe umfaßt 22 Fälle, die meist am zweiten oder dritten Tage der Erkrankung zur Bestrahlung kamen und kritisch nach der ersten oder zweiten Bestrahlung entfieberten. Die zweite Gruppe umfaßt 6 Fälle, die in 2—3 Tagen lytisch entfieberten, und bei der dritten Gruppe trat die Entfieberung erst zwischen dem 4.—17. Tage seit dem Beginn der Behandlung ein. Die Ursache der verzögerten Entfieberung bei der letzten Gruppe war meistens in Komplikationen zu suchen (Wundinfektion, Lymphangitis, Sepsis, Lobularpneumonie und Lupus), nur in ganz wenigen Fällen (6 mal) konnte von einem Versagen der Röntgentherapie gesprochen werden.

Der in den weitaus meisten Fällen zutage getretene kritische oder lytische Temperaturabfall im Verein mit der über Erwarten schnellen objektiven und subjektiven Besserung des Krankheitsbildes war so in die Augen springend, daß man sich des Eindruckes einer spezifischen Heilwirkung, einer Kupierung des Krankheitsprozesses nicht erwehren konnte. *H. M.*

Oberstabsarzt Dr. May (Kreuth). Erfahrungen an über 1000 Malariakranken in der Heimat. Aus den Reservelazaretten B und P, München. Mün. med. Woch. 1918, Nr. 38, S. 1047.

Die von dem Autor an einem großen Material erprobte Behandlungsmethode der Malaria beruht auf stets wiederholten Provokationen mittels Bestrahlung mit künstlicher Höhensonne. Dadurch, daß man den Patienten in kurzen Zwischenräumen immer wieder einer Bestrahlungsperiode unterwirft, werden die Plasmodien in die periphere Blutbahn ausgeschwemmt und dann durch individuelle Darreichung von Chinin und Neosalvarsan zum Abtöten resp. zum Verschwinden gebracht. Die Bestrahlungsserie besteht in Bestrahlungen, abwechselnd auf Brust und Rücken, angefangen von 5 Minuten, steigend auf 10, 20, 30, 40, 50, 60 Minuten. — Bei diesen fortgesetzten Provokationen werden schließlich die Plasmodien auch ohne Temperaturerhöhung ausgeschwemmt und schließlich bleiben Fieber und Plasmodien aus. — Auch in prognostischer Hinsicht sind diese provokatorischen Bestrahlungen von Nutzen. Der Patient bekommt an 5 aufeinander folgenden Tagen die Höchstdosis von 60 Minuten Bestrahlungs-

zeit. Erträgt er diese ohne Reaktion, d. h. ohne Plasmodien im dicken Tropfen, so wird er als geheilt bezeichnet.

Die Bestrahlung kann auch mit Arsazetininjektionen kombiniert werden, die eine ganz ähnliche provozierende Wirkung wie die ultravioletten Strahlen entfalten.

Die Hauptsache bei dieser Kur ist nun die zunehmende Kräftigung und das zunehmende subjektive Wohlbefinden der Kranken trotz der in kürzesten Intervallen absichtlich herbeigeführten Rezidive. Diese wird dadurch bewirkt, daß die Provokationsmethoden, und zwar sowohl das Arsazetin wie die Höhensonne, die Blutbildung mächtig anregen. Die Höhensonne bewirkt vor allem eine ungeheure Vermehrung der Erythrozyten, und damit ein Steigen des Hämoglobins. Auch die Leukozytenkurve steigt an unter relativer Vermehrung der Lymphozyten, während die Mononukleären allmählich unter der Bestrahlung absinken. Das Blutbild, namentlich die hohe Zahl der roten Blutkörperchen bleibt jedoch nach der Bestrahlung nicht konstant, sondern sinkt dann wieder ab, bis erneute Bestrahlungen sie wieder in die Höhe treibt: wiederholte Bestrahlungen massieren so gleichsam die blutbildenden Organe.

Der Erfolg dieser Behandlungsmethode war ein sehr guter. Die Komplikationen der Malaria, wie Magendarmerscheinungen, Nierenreizungen bis ausgebildete Nephritiden, die Anämie, die Milz- und Lebertumoren bildeten sich langsam aber sicher zurück. Nur höchstens 10 % der Fälle bedurften infolge der Hartnäckigkeit der Rezidive mehrmonatiger Behandlung. Alle anderen wurden in durchschnittlich 8 Wochen geheilt.

H. M.

Dr. P. Reinhard. Über Strahlentherapie bei Malaria. Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten zu Hamburg (Leiter: Obermedizinalrat Prof. Dr. Noeht). Med. Kl. 1918, Nr. 25, S. 619.

Bekanntlich zeigt das Latenzstadium der Malaria so gut wie keine eindeutigen objektiven Symptome und ist vor allen Dingen therapeutisch schlecht faßbar, weil hier die Plasmodien als Gameten (in chininresistenter Form) in den Milzsinus oder in der Leber geschützt vegetieren, bis irgend ein Reiz stärkerer Art sie wieder in den Kreislauf bringt und Schizogonie auslöst, also ein Rezidiv macht, das wir mit Chinin angreifen können. Es gelang nun dem Autor, durch Bestrahlung mit künstlicher Höhensonne latente Malaria erfolgreich zu provozieren, und zwar ergab sich auf Grund 8 monatiger Erfahrung, daß etwa doppelt so viel latente Malariker und in der halben Zeit Schizonten im Blut bekommen, mithin therapeutisch für Chinin angreifbar werden, als wenn man einfach zuwartet. Andere provokatorische Maßnahmen, insbesondere Injektionen von Adrenalin, Arsenpräparaten u. dergl. geben nicht entfernt so günstige Resultate.

Die Technik war folgende: Allgemeinbehandlung mit ungefilterter künstlicher Höhensonne in 60—80 cm Hautabstand, täglich steigend von 3—5 anf 60 Minuten je für Vorder- und Rückseite; in letzterer Dauer wird, falls kein Ergebnis, noch eine Woche lang weiterbestrahlt. Meist treten am 4. bis 5. Tage Schizonten im Blute auf; dann wird, auch ohne

daß es zu einem Fieberanfall gekommen ist, die Bestrahlung abgebrochen und die Nochtsche Chininkur eingeleitet.

Die Provokationsmethode kommt in erster Linie bei chronischen Malariaanfällen in Betracht, bei denen das klinische Gesamtbild (Milztumor, Anämie, Basophilie, Mononukleose, Gewichtskurve) ein latentes Fortbestehen des Leidens vermuten läßt. Eine vorzeitige und wahllose Anwendung der Provokation bei akuten Fällen würde die Selbstimmunisierung des Körpers, ohne die man trotz Chinin der Krankheit gegenüber machtlos ist, schädigen.

Die Röntgentiefentherapie, die bei 46 akuten Malarikern erprobt wurde, brachte nicht nur keinen Nutzen, sondern beeinflußte den Ablauf der Krankheit direkt im ungünstigen Sinne. Wahrscheinlich wird bei der Röntgentherapie der Milz die für die Heilung der Malaria so sehr wichtige Funktion dieses Organs als Bildungsstätte von Immunkörpern im ungünstigen Sinne beeinflußt. *H. M.*

Prof. Dr. Gudzent, Dr. C. Maase, Dr. H. Zondek. Untersuchungen zum Harnsäurestoffwechsel beim Menschen. Ztschr. f. kl. Med. Bd. 86, H. 1 u. 2.

Gudzent und Löwenthal haben als erste gezeigt, daß Radiumemanation ebenso wie Radiumsalze und Thorium X eine vorübergehende Vermehrung der Harnsäurewerte im Urin hervorrufen. Ferner haben Gudzent und andere Autoren nachgewiesen, daß nach längerer, über 4—5 Wochen hinausgehender Darreichung von radioaktiven Substanzen bei einem Teil der Gichtkranken der erhöhte Harnsäurewert auf das normale Niveau zurückgeht.

Es war nun von besonderem Interesse, zu prüfen, wie nach einmaliger Darreichung von radioaktiven Substanzen der Blutharnsäurespiegel verändert wird und wie dieser sich zu der Urinharnsäureausscheidung verhält.

Die Versuchsanordnung war so, daß die Versuchsperson zunächst auf eine fleischfreie, aber kalorisch ausreichende Diät gesetzt wurde. Nachdem der Harnsäuregehalt des Blutes und die Harnsäuremenge im Urin bestimmt war, erhielten sie intramuskulär eine Thorium X-Menge von 0,2 mg ($Ra\,Br_2\,H_2\,O$-Äquivalent) injiziert. Das Resultat der fortlaufenden Harnsäurebestimmungen in Blut und Harn war eine deutliche Steigerung des Blutharnsäurewertes, der nach der 60. Stunde noch nicht zur Norm abgefallen war und parallel damit laufend ein erheblicher Anstieg der Harnsäurewerte im Urin, die sich erst gegen die 100. Stunde ihrem Anfangswert wieder näherten. Die in gleicher Weise geprüften Gichtmittel: Kolchikum und Atophan zeigten ein ganz gleichsinniges Verhalten wie die radioaktiven Körper. Die Beeinflussung des Purinstoffwechsels durch die genannten Gichtmittel nimmt also, wie es der erhebliche Anstieg der Blutharnsäure zeigt, ihren Weg über die Blutbahn. *H. M.*

Dr. M. Lüdin. Ein Beitrag zur Kenntnis der Symptomatologie und Therapie der primären Polyzythämie. Aus der medizinischen Klinik der Universität Basel (Direktor: Prof. Staehelin). Zt. f. kl. Med. Bd. 84, H. 5 u. 6.

Abgesehen von der physiologischen Vermehrung der roten Blutkörperchen, wie sie der Aufenhalt im Hochgebirge mit sich bringt, be-

obachtet man nicht selten eine Polyglobulie als Folgeerscheinung von Zirkulationsstörungen mit Stauung bei Herzfehlern, Emphysem usw.

Außer dieser Form der Polyzythämie, die als sekundäre Erscheinung aufzufassen ist, kennen wir noch die Polyzythämie, die scheinbar als primäre Krankheit auftritt. Hier sind wieder besonders zwei Formen unterschieden worden: erstens die Polycythaemia megalosplenica oder Vaquezsche Krankheit, charakterisiert durch Vermehrung der Erythrozyten und durch Milztumor, und zweitens die Polycythaemia hypertonica oder Geisböcksche Krankheit, bei welcher neben der Vermehrung der roten Blutkörperchen die Blutdrückerhöhung ein Hauptsymptom darstellt.

Je größer die Anzahl der genau beobachteten Fälle von Polyglobulie wurde, desto klarer trat zutage, daß eine scharfe Trennung zwischen hypertonischer und megalosplenischer Form nicht immer sich durchführen läßt, daß vielmehr sogen. Zwischenformen zwischen Vaquezscher und Geisböckscher Krankheit nicht selten vorkommen. Es zeigte sich ferner, daß der Milstumor nicht bei allen Patienten mit Vaquezscher Krankheit konstant bleibt, sondern daß er bei demselben Patienten bald vorhanden ist, bald wieder vermißt wird oder daß er im Verlauf der Krankheit ganz verschwinden kann. Außerdem sind Fälle bekannt gegeben worden, bei denen sämtliche Symptome die Diagnose primäre Polyzythämie rechtfertigten, ohne daß eine Vergrößerung der Milz oder eine Blutdruckerhöhung nachgewiesen werden konnte. Zu dieser Form gehörte auch der Fall, über den von Lüdin berichtet wird.

Es handelt sich um ein 27 jähriges Mädchen, das seit etwa drei Jahren an heftigen Kopfschmerzen und Schwindelanfällen litt. Als weitere Erscheinungen kamen hinzu: Nasenbluten, Flimmerskotom, vorübergehende Amaurose, Abmagerung, Juckreiz am ganzen Körper, profuse Durchfälle. Der Blutbefund war: 7 300 000 rote Blutkörperchen, Hämoglobin 145 %, Leukozyten: 11 000, Mastzellen 1 %, Myelozyten 2—2,5 %. Es bestand ferner eine verminderte Resistenz der Erythrozyten sowie eine hochgradige Gerinnungsverzögerung des Blutes. Das Blut der Kranken wies also nicht nur in bezug auf die Blutkörperchenzahl abnorme Verhältnisse auf, sondern zeigte in seiner ganzen quantitativen und qualitativen Zusammensetzung Abweichungen von der Norm. Der Blutdruck der Kranken war normal, eine Vergrößerung der Milz lag nicht vor.

Die Frage nach der Ätiologie der Polyzythämie ist von Bedeutung hinsichtlich der einzuleitenden Therapie. Das bei der Erkrankung beobachtete Blutbild weist darauf hin, daß wahrscheinlich eine primäre Knochenmarkaffektion der Entstehung der Affektion zugrunde liegt. Fast ausnahmslos wurde bei den Fällen von primärer Polyzythämie, welche zur Autopsie kamen, eine Wucherung des erythroblastischen Knochenmarkes angetroffen, und auch der klinische Blutbefund (Auftreten von Normoblasten und Megaloblasten sowie die Vermehrung der Mastzellen sowie das Vorhandensein von Myelozyten) spricht für eine vermehrte Blutneubildung im gereizten Knochenmark. Die Berechtigung zu dieser Annahme gibt aber auch der Erfolg der von Lüdin bei der Patientin durchgeführten Röntgentherapie.

Bisher wurde in fast allen Fällen die Milz bestrahlt, ausgehend von der irrigen Annahme, daß die primäre Ursache der Erkrankung in

der Milz zu suchen sei. Der Erfolg war fast stets negativ, jedenfalls immer unbedeutend. Lüdin bestrahlte bei seiner Patientin unter möglichster Schonung der Milz, systematisch sämtliche Knochen der unteren und oberen Extremitäten, des Beckens, der Wirbelsäule, Schulterblätter, Sternum und Rippen mit hohen Dosen, um auf diese Weise auf das erythroblastische Knochenmark einzuwirken. Im Verlaufe von sieben Wochen wurden 94 Volldosen mit Sabouraud, gefiltert durch 3—4 mm Aluminium, auf die Knochen appliziert. Der Erfolg war ein vollständiger, wie sich aus dem Blutbefund ergibt: Erythrozyten 5100000, Hämoglobin 105%, Leukozyten: 4400, keine Mastzellen und keine Myelozyten. Der Erfolg war auch ein anhaltender, denn fünf Monate nach Spitalaustritt war das Ergebnis der Blutuntersuchung ein dauernd günstiges. — Auch die subjektiven Beschwerden schwanden nach der Bestrahlung, so daß die Patientin wieder ihren Dienst versehen konnte. Die Röntgenbehandlung der primären Polyzythämie ist also bei richtiger Technik, wie sie Lüdin zur Anwendung brachte, erfolgreich. *H. M.*

F. Kraus. Lymphogranulomatosis. Berl. kl. Woch. 1918, Nr. 30, S. 705.

Die Ausführungen des hervorragenden Klinikers über die Lymphogranulomatosis, die in den letzten Jahren eine Zunahme erfahren hat, sind auch für den Strahlentherapeuten, der ja in erster Linie berufen ist, die zahlreichen Erkrankungen des lymphatischen Apparates zu behandeln, von großem Interesse.

Kraus erörtert zuerst die Stellung der Lymphogranulomatosis im nosologischen System und gibt folgendes übersichtliche Schema über die Hämoblastosen (d. h. Systemerkrankungen des hämatopoetischen Apparates).

I. Leukämische Hämoblastose.
  1. lymphatische,
  2. myeloische,
  3. thymische.

II. Aleukämische Hämoblastose.
  1. hyperplastische Form:
    a) malignes Symptom,
      α) generalisiert (= Cohnheinesche Pseudokämie),
      β) lokalisiert (= Kundratsches Lymphosarkom),
    b) Myelom.
  2. chronisch-entzündliche Form = Lymphogranulomatosis (= früher Hodgkinsche Krankheit).
    a) generalisiert,
    b) lokalisiert.
  3. spezifische Form (= Tuberkulose, Syphilis usf.)

Bezüglich der Differentialdiagnose der Lymphogranulomatosis ist demnach grundsätzlich zu unterscheiden einerseits zwischen den malignen Lymphomen, wo es sich um Lymphadenome handelt, d. h. um Prozesse mit Wucherungen von Lymphozyten und andererseits den entzündlichen Granulationsgeschwülsten, zu denen die

Lymphogranulomatosis sowie die tuberkulösen und syphilitischen Lymphome gehören.

Namentlich die isolierte Form des malignen Lymphoms, das *Lymphosarkom*, ist ziemlich häufig und es ist in erster Linie charakterisiert durch eine sehr starke Aggressivität, es gehört zu den bösartigsten Geschwülsten, die es gibt. Die Lymphosarkome sind *ein noli me tangere für das Messer des Chirurgen*. Nach einer Operation pflegt die Lymphadenose aufs Üppigste zu wuchern und vorzudringen.

Nach dem heutigen Stande des Wissens ist es notwendig, das *Lymphogranulom* als eine selbständige und spezifische Erkrankung anzusehen, *die von der Tuberkulose abzutrennen ist*. Die Auffassung, daß die Lymphogranulomatosis durch tote oder abgeschwächte Tuberkelbazillen verursacht wird, oder daß den Muchschen Granulis oder den grampositiven Stäbchen eine spezielle Rolle bei der Ätiologie der Krankheit zuzuschreiben sei, ist bis jetzt nicht genügend gestützt. Allerdings ist die Unterscheidung der tuberkulösen und der malignen Granulomatosis sehr häufig schwierig, auch eine Probeexzision führt nicht immer zur sicheren Diagnose, wenn nicht die Tierimpfung hinzugefügt wird. *Diagnostische Anhaltspunkte*, wenn auch nicht entscheidende, *liefert die Bestrahlung der Tumoren*. Am wenigsten resistent verhalten sich dabei die Lymphadenosen (maligne Lymphome), die Granulome sind es in sehr verschiedenem Grade, die verkästen tuberkulösen Lymphome sind sehr refraktär und kaum zu beeinflussen sind die syphilitischen.

Man unterscheidet eine *lokalisierte* und *generalisierte Form* der Lymphogranulomatosis. Die *lokalisierte* Form erscheint in verschiedenen Typen. Am häufigsten ist eine Krankheitsgruppe, die mit *Anschwellung eines oder gewöhnlich mehrerer nachbarlicher Lymphknoten*, ein- oder doppelseitig am Halse, am Mundboden, in den Axillen, in den Inguinen, in den subklavikulären Räumen usw. einhergeht. Die Lymphome sind gewöhnlich indolent, das Gewebe ist nicht aggressiv, umfängliche Einschmelzungen kommen nicht vor. Ein weiterer Typ ist die Lymphogranulomatosis *nach Art der Mikuliczschen Krankheit*, wo es sich um eine *granulomatöse* Wucherung in den Tränen- oder Speicheldrüsen handelt und schließlich kommt noch das Lymphogranulom in der *splenomegalen Form* vor, wo man nur einen Milztumor nachweisen kann.

Die *generalisierte* Form der Lymphogranulomatosis ist diejenige, die jetzt häufiger beobachtet wird. Sie verläuft nicht selten larviert unter dem Bilde des Typhus und der Sepsis, manchmal mit Ikterus kombiniert. Die Temperaturkurve ähnelt häufig der des Rückfallfiebers. Die Dauer der Erkrankung kann sich bis zum letzten Ende auf viele Wochen erstrecken. Gelingt es, die *Drüsen durch Bestrahlung* zur Rückbildung zu bringen, so geht nicht selten die Temperatur herab und es können dann Pausen von verschiedener Dauer sich einstellen. Meist jedoch gelingt es nur *einmal*, eine Remission hervorzurufen, und weiterhin verläuft der Fall dann tödlich.

Bezüglich der *Therapie* der Erkrankungen empfiehlt *Kraus* zuerst ein vollständiges *Aufgeben der operativen Behandlung*. Sowohl bei dem *tuberkulösen Granulom als auch ganz besonders bei*

dem Lymphogranulom ist das Messer beiseite zu lassen. Kraus sah stets, daß die Wunde bei solchen Operationen noch nicht vollständig verheilt war und schon erscheinen an derselben Stelle oder in der Nachbarschaft neue Lymphome. Es handelt sich bei diesen Erkrankungen eben nicht um eine Organ-, sondern um eine Systemerkrankung.

Die Arsenpräparate und die arsenhaltigen Quellen haben sicher einen Nutzen, und zwar bewähren sie sich besonders bei den malignen Lymphomen, während die Granulome viel resistenter sind.

Am aussichtsreichsten ist die Bestrahlungstherapie, und zwar sowohl die Röntgen- wie die Radiumbehandlung. Die Strahlenempfindlichkeit der Granulome ist eine sehr verschiedene, manche Granulome gehen sehr schnell zurück, andere sind hartnäckiger. Besonders gelingt es, durch eine rationelle Strahlentherapie die isolierten Granulome in Schach zu halten; ob man dabei regelmäßig eine wirkliche Heilung erzielen kann, ist allerdings nicht sicher. Bei den fieberhaften und akut verlaufenden Fällen dagegen hat weder das Röntgenverfahren noch die Radiumtherapie einen dauernden Erfolg. Manchmal tritt eine Verkleinerung, ja fast ein Verschwinden der Lymphome ein, aber fast immer rezidiviert die Geschwulst und ist dann nicht mehr, selbst nicht vorübergehend, zu beseitigen.

Kraus hat den Eindruck, daß bei Lymphogranulomen der Hiluslymphknoten, auch bei größeren Geschwulstbildungen dieser Art im Thorax, die Radiumtherapie besonders leistungsfähig ist.

Die Bestrahlungen dürfen allerdings nur von Ärzten ausgeführt werden, die mit dieser Methode vertraut sind. Insbesondere ist die Verwendung von Reizdosen zu perhorreszieren Sind erst einmal unter der Bestrahlung die roten und weißen Blutkörperchen unter die Norm zurückgegangen, dann ist es nicht leicht, dem Kranken ein normales Blutbild zurückzuverschaffen. *H. M.*

Strahlentherapie in der Chirurgie.

Prof. Wilms. Heilung der Trigeminusneuralgie durch Röntgenbestrah'ung. Mün. med. Woch. 1918, Nr. 1, S. 7.

Trotzdem der Einfluß der Röntgenstrahlen auf neuralgische Schmerzen schon seit fast zwei Jahrzehnten bekannt und von zahlreichen Autoren empfohlen worden ist, ist sie bisher nicht Gemeingut der Neurologen und Chirurgen geworden, die, falls innere Mittel nichts helfen, meistens zur Injektionsbehandlung mit Kochsalz oder Alkohol überzugehen pflegen.

Bei den von Wilms mit Röntgenstrahlen behandelten Fällen von Trigeminusneuralgie waren die Resultate zum Teil so eindeutig, daß mit Sicherheit die Röntgentherapie als die spezifische Behandlung der Trigeminusneuralgie anzusprechen ist.

Wilms teilt je nach der Ursache die Fälle in zwei große Gruppen ein. Zur ersten Gruppe rechnet er die nach Entzündungen, z. B. nach Parulis, Kieferhöhlenentzündungen, Influenza und Angina auftretenden Neuralgien. Die Fälle dieser Art reagierten auffallend prompt auf

die Bestrahlung, zum Teil in der Weise, daß Patienten, die durch Tage und Wochen mit inneren Mitteln Linderung gesucht hatten, in wenigen Stunden oder am zweiten Tage nach der Bestrahlung frei von Schmerzen waren und auch blieben. Die durch exogene Ursache, wie Entzündungserreger oder Toxinwirkung veranlaßten exsudativen Prozesse, die am oder im Nerv oder auch im Ganglion nach den genannten Krankheiten zurückbleiben, werden schnell durch die Strahlen zur Einschmelzung gebracht, zuweilen so schnell, daß wenige Stunden zur Heilung genügen.

Die zweite Gruppe von Neuralgien, die der Röntgentherapie zugängig ist, ist die auf dem Boden rheumatischer Anlage auftretende Neuralgie. Es handelt sich hier um Fälle, die nicht infektiöser Natur sind, wobei also nicht exogene Stoffwechselprodukte, sondern wie beim Rheumatiker oder Diabetiker Stoffwechselschäden endogener Natur die Ursache der Erkrankung sind. Wir wissen nicht, welche Produkte beim Rheumatiker die Schmerzen veranlassen, dürfen aber als wahrscheinlich annehmen, daß, ähnlich wie bei der Gicht, die harnsauren Salze in den Geweben ausgeschieden werden, sich andere Stoffwechselprodukte im oder am Nerv des Rheumatikers niederschlagen und daß wir hierin event. auch in Gerinnungsvorgängen oder auch Stauungserscheinungen im Nerv die Veranlassung zu den Neuralgien zu sehen haben.

Die Resultate, die Wilms bei den rheumatischen Formen der Neuralgien hatte, waren folgende:

Einzelne, allerdings meist leichtere, Fälle reagierten so prompt nach einer Sitzung, wie es bei den entzündlichen Neuralgien beobachtet wurde.

Bei anderen Fällen war der Verlauf so, daß nach der ersten Bestrahlung der Schmerz sich verstärkte, eine Erscheinung, die ja auch bei der Behandlung der Rheumatismen mit Radiumemanation oft beobachtet wird. Bei solchen Fällen wurde entweder so bald wie möglich, unter Umständen schon nach drei Tagen, eine zweite starke Dosis appliziert oder aber es wurden noch zwei oder sogar vier Felder an Stellen nachbestrahlt, die in der ersten Sitzung nicht gefaßt waren. Hatte man z. B., wenn der dritte Ast links befallen war, eine Bestrahlung von vier Feldern verabfolgt (zwei an beiden Schläfen, zwei rechts und links etwa in der Gegend der Parotis), so wurde danach noch je ein Feld auf der rechten und linken vorderen Oberkiefergegend mit Richtung auf das linke Ganglion, event. auch noch zwei Dosen auf die Stirn rechts und links gegeben. Der Erfolg blieb dann in wenigen Fällen aus.

Neben den Fällen mit auffallend prompten Reaktionen zeigte sich bei anderen Kranken ein langsames allmähliches Nachlassen der Beschwerden, so daß erst nach Verlauf von 8—10 Tagen eine Heilung eintrat.

Versager kamen mehrere Male vor und zwar zeigte es sich, daß die schon mit Alkoholinjektionen injizierten Fälle im allgemeinen schlechter reagierten als die noch nicht behandelten Kranken. Es liegt das wohl daran, daß hier durch Narben Veränderungen gesetzt sind, die kaum oder ungenügend reparierbar sind. Diese Tatsache mahnt eindringlich, nicht eher zu Einspritzungen mit Alkohol überzugehen, bis nachgewiesen ist, daß der Fall sich nicht für die Röntgentherapie eignet.

Ferner wird man Versager finden in den Fällen, wo enge Kanäle des Schädels selbst Ursache der Neuralgie sind oder solche Schäden am Nerv vorliegen die nicht reparabel sind, doch scheint es nach den Erfahrungen Wilms als sicher, daß die Zahl dieser Fälle nicht groß ist.

Was die von Wilms empfohlene Technik anlangt, so wurden in der Regel auf beide Schläfengegenden und auf die Wangengegenden je eine Tiefendosis von 30—40 X gegeben mit 3 mm Aluminiumfilter, um die Gegend des Ganglions und die Nerven an den Austrittsstellen aus dem Schädel zu treffen. Sind die Schmerzempfindungen mehr am Oberkiefer, Zunge oder Unterkiefer lokalisiert, so wird auch diese Hauptschmerzzone mit gleicher Dosis bestrahlt. Bei Beteiligung des ersten und des zweiten Trigeminusastes wird auch von vorne Stirn und Wange bestrahlt.

Was für die Trigeminusschmerzen gilt, darf auch auf die anderen Neuralgien im großen ganzen übertragen werden. Wilms sah bei Ischias, Lumbago und Schulterneuralgien in nicht wenigen Fällen sehr gute Erfolge; so konnte z. B. eine hartnäckige, äußerst quälende Okzipitalneuralgie mit Herpes zoster, die schon 6 Wochen trotz aller Behandlungsmethoden anhielt, nur mit Röntgentherapie nach 3 Bestrahlungen völlig zum Schwinden gebracht werden.

Wenn auch allein durch lokale Einwirkung der Tiefenbestrahlungen — wie die mitgeteilten Fälle beweisen —, eine intensive Heilwirkung erreichbar ist, so ist wohl nicht daran zu zweifeln, daß die Wirkung der lokalen Röntgenbehandlung sich durch Allgemeinbehandlung, besonders durch gleichzeitige Trink- oder Inhalationskur mit Radiumemanation noch wird steigern lassen. *H. M.*

Prof. Dr. Anton Sticker, Berlin. Weitere Erfahrungen in der Radiumbestrahlung des Mundhöhlenkrebses. Aus dem Radium-Institut Berlin. Berl. klin. Woch. 1918, Nr. 30, S. 713.

Sticker hatte schon im Jahre 1915 über 15 Fälle von Mundhöhlenkrebs berichtet, welche mit Radium günstig beeinflußt waren[1]). In der vorliegenden Arbeit macht er über eine Anzahl dieser Fälle ergänzende Mitteilungen und bringt auch einige neue Fälle vor. Es handelte sich um Kranke, die wegen Zungen-, Oberkiefer-, Unterkiefer- und Wangenkrebs der Radiumbehandlung unterzogen worden waren.

Unter den Fällen von primärem Zungenkrebs erwiesen sich diejenigen der Radiumtherapie am zugänglichsten, die von papillärem Bau waren, gleichviel ob es sich um rezidivierte oder noch nicht operierte Fälle handelte, oder ob die Ausbreitung noch eine beschränkte oder schon ziemlich umfangreiche war. Sticker berichtet über 4 Fälle, von denen 3 geheilt wurden.

Bemerkenswert ist, daß die Leukoplakie, welche ja sehr häufig den Boden für die Entstehung des Zungenkarzinoms abgibt und direkt als präkanzeröse Affektion bezeichnet werden kann, nach den Erfahrungen des Autors, ein außerordentlich dankbares Feld für die Radiumtherapie abgibt. Es werden damit in relativ kurzer Zeit mit vollem

---

[1]) Vgl. Referat in der „Strahlentherapie" Bd. VIII.

Erfolg auch schwerere Formen dieser Erkrankung beseitigt, welche manchmal Jahrzehnte bestehen, den Kranken große Qualen bereiten und ihnen dazu noch die Aussicht auf ein später sich entwickelndes Karzinom eröffnen.

Zu den zwei Fällen von Unterkieferkarzinom, die der Autor schon früher als definitiv geheilt bezeichnet hatte, ist noch ein dritter Fall dazu gekommen, der seit 3 Jahren ohne Rezidiv ist.

Was die Fälle von Oberkieferkrebs betrifft, so hat Sticker in seiner früheren Mitteilung 2 Fälle besonders erwähnt, die von flachem, geschwürigen Charakter waren und mit Radium zur Heilung gebracht wurden. Die Fälle sind definitiv bis heute geheilt geblieben.

Schließlich konnte auch ein Fall von Wangenkrebs durch Radiumbehandlung geheilt werden. *H. M.*

Prof. Dr. Sudeck. Über die Behandlung des Morbus Basedowii und der Struma maligna mit Röntgenstrahlen. Aus dem Allgem. Krankenhaus Hamburg-Barmbeck. D. med. Woch. 1918, Nr. 40, S. 1104.

Während nach den Erfahrungen Sudecks die durch die Bestrahlung des Morbus Basedowii in manchen Fällen zu konstatierende Besserung sowohl an Schnelligkeit wie auch an Intensität bei weitem hinter dem gewohnten operativen Erfolg zurückbleibt, sind die malignen Geschwülste der Schilddrüse in erfreulicher Weise der Bestrahlung zugängig. Das ist in so hohem Maße der Fall, daß man die Erfolge nicht nur durch die verhältnismäßig günstige Lage des Organs zu erklären vermag, sondern man muß den besonderen Charakter der Geschwulstzellen zur Erklärung heranziehen, die als Karzinome, Sarkome sowie auch als Mischgeschwülste (Sarko-Karzinome) auftreten können. Alle diese Tumoren sind ein dankbares Objekt für die Strahlenbehandlung, was um so bemerkenswerter ist, als für die Chirurgie die Struma maligna ein höchst unerfreuliches Kapitel darstellt. Nur selten kommen diese Geschwülste zur Operation, bevor sie die Kapsel der Schilddrüse durchbrochen und die Umgebung filtriert haben. Sie pflegen ungemein fest mit der Umgebung verwachsen zu sein, so daß es Sudeck noch nie gelungen ist, die Operation radikal mit Hoffnung auf Erfolg durchzuführen.

Von den sechs von Sudeck zur Bestrahlung gebrachten Fällen von Struma maligna wurde ein Fall von Sarkokarzinom dauernd geheilt. (Rezidivfreiheit beträgt $5^1/_2$ Jahre), drei Fälle von Karzinom von alveolärem Charakter sind lokal geheilt, aber an Metastasen zugrunde gegangen. Zwei Fälle sind noch in Behandlung, von denen der eine eine rapide Verkleinerung zeigt. — Bei den lokal geheilten Fällen, die an Metastasen gestorben sind, hätten sich nach Ansicht des Autors auch bessere Resultate erreichen lassen, wenn die Patienten nicht in so fortgeschrittenem Stadium in die Behandlung gekommen wären.

Sudeck zählt auf Grund dieser Erfahrungen diese Geschwulstart zu denjenigen, die er in jedem Fall, ohne den Versuch der chirurgischen Heilung zu machen, von vornherein der Röntgentherapie zuzuweisen für das Richtige hält. *H. M.*

Dr. G. Loose, Bremen. Der Sieg der Röntgenstrahlen über den Brustkrebs. Mün. med. Woch. 1918, Nr. 7, S. 182.

Loose tritt sehr nachdrücklich für eine systematische Nachbestrahlung der operierten Mammakarzinome ein.

Die Fälle, die radikal operiert und sofort mit der Operation beginnend über längere Zeit hinaus programmäßig nachbestrahlt werden konnten, sind bis auf zwei gesund geblieben. (Da die Gesamtzahl dieser Fälle nicht angegeben sind und auch genauere Angaben über die Zeit der Rezidivfreiheit fehlen, so ist es schwer, die „so gut wie 100 % Dauerheilung", von der der Autor spricht, anzuerkennen. Ref.)

Auch die Fälle mit leichteren Rezidiven und Lymphdrüsenmetastasen nach der Operation sind — mit einer Ausnahme — vorläufig geheilt worden.

Die Fälle mit schweren, ausgedehnten Rezidiven und Metastasen sind sämtlich gestorben; keiner von ihnen konnte gerettet werden.

Die günstigen Erfahrungen, die der Autor gemacht hat, wirkten auf ihn so überzeugend, daß er dazu überging, in jedem Fall von Brustkrebs von der Operation abzuraten und den Tumor primär der Strahlentherapie zuzuführen. Die bisher — wenn auch nur an einer kleinen Zahl von Patientinnen — gemachten Erfahrungen ließen dieses Vorgehen berechtigt erscheinen.

Seine Technik gibt der Autor nicht bekannt, bittet auch „freundlichst, sich mit etwaigen Anfragen bis zum nächsten Röntgenkongreß gedulden zu wollen".

(Seitz und Wintz haben sich dagegen gewandt, daß von Loose, ohne genügendes Material beizubringen, der „Sieg der Röntgenstrahlen über den Brustkrebs in die Welt hinausposaunt wird". Dieser Auffassung kann man sich nur anschließen. Wenn auch mit Sicherheit nach den überaus wertvollen Arbeiten von Warnekros aus der Berliner Frauenklinik angenommen werden muß, daß die postoperativen Nachbestrahlungen des Mammakarzinoms von außerordentlich großer Bedeutung sind, und daß die Zahl der Dauerheilungen durch die Verbindung der Operation mit der nachfolgenden Röntgentherapie ganz erheblich gesteigert wird, so liegt es doch nicht im Interesse unserer Wissenschaft, daß in einer Arbeit, in der in keinem einzigen Falle das Postulat der 5jährigen Rezidivfreiheit erfüllt ist, und in der nicht einmal die angewandte Technik bekannt gegeben wird, von einem „Sieg der Röntgenstrahlen über den Brustkrebs" gesprochen wird. Ref.) *H. M.*

Dr. W. Budde. Über die Behandlung mit künstlicher Höhensonne. Aus der Kgl. chirurg. Universitätsklinik zu Halle (Direktor: Prof. Dr. v. Schmieden). Mün. med. Woch. 1918, Nr. 41, S. 1123.

Der Autor berichtet über seine Erfahrungen mit der Lichtbehandlung chirurgischer Affektionen, und zwar kam diese Therapie sowohl bei der Wundbehandlung wie auch bei den chirurgischen Tuberkulosen zur Anwendung.

Die Behandlung mit künstlicher Höhensonne wurde sowohl bei reinen Weichteilverletzungen wie auch bei zahlreichen komplizierten Verwundungen, insbesondere Knochenverletzungen, zur Unterstützung der chirurgischen

Therapie herangezogen. Wenn auch in manchen Fällen ein Erfolg der Therapie hinsichtlich Nachlassen der Schmerzhaftigkeit, Reinigung der Wundflächen und Beschleunigung der Wundheilung zu verzeichnen war, so versagte doch die Lichttherapie namentlich bei den schwereren Fällen recht häufig, und man hatte im ganzen den Eindruck, daß weniger die lokale Wirkung der ultravioletten Strahlen auf die Wunde, als vielmehr die allgemeine konstitutionelle Besserung durch die Bestrahlungsbehandlung der wesentliche Heilfaktor war.

Auch bei tuberkulösen Prozessen war die allgemeine konstitutionelle Wirkung der künstlichen Höhensonne eine recht günstige.

Ein sehr gutes Resultat wurde bei der Bauchfelltuberkulose erreicht, von der bei einer konsequent über viele Monate hindurch fortgesetzten Bestrahlung eine ganze Reihe Fälle zur Ausheilung oder wenigstens zu einer wesentlichen Besserung gelangten.

Weiter bildeten die Drüsentuberkulosen einen sehr dankbaren Gegenstand für die Bestrahlungsbehandlung. Es war überraschend, wie prompt die Reaktion der Herde in vielen Fällen auftrat. Auch hier ist die Wirkung am besten bei der Allgemeinbestrahlung des Körpers.

Weniger Günstiges wurde bei Gelenk- und Knochentuberkulosen gesehen. Es fanden sich gerade unter diesen Patienten eine Anzahl, die sich völlig refraktär verhielten, d. h. bei denen weder lokale noch allgemeine Wirkung der Bestrahlung zu verzeichnen war. In einzelnen Fällen fanden augenfällige günstige Veränderungen von tuberkulösen Fisteln statt. *H. M.*

Dr. Fr. Kautz. Kontraindikationen bei Bestrahlungen mit künstlicher Höhensonne. Aus dem chirurg. Ambulatorium des allgem. Krankenhauses Hamburg-Eppendorf (Leit. Arzt: Dr. Kotzenberg). Mün. med. Woch. 1918, Nr. 28, S. 765.

Die mit dem Quarzlicht auf den mannigfaltigsten Krankheitsgebieten erzielten großen Heilerfolge sind ein beredtes Zeugnis für die nunmehr unentbehrlich gewordene therapeutische Ausnutzung der ultravioletten Strahlen.

Aber es gibt auch Krankheitsprozesse, die, wenn sie auch scheinbar für die Bestrahlung günstig liegen, geradezu eine Kontraindikation für diese Behandlung darstellen. Das sind zunächst die entzündlichen Veränderungen, wie sie im Verlauf der Syphilis auftreten: geschwürige Veränderungen der Haut, Gummiknoten, schlecht heilende Operationswunden bei bestehender Syphilis und periostale Prozesse. Alle diese Fälle boten als gemeinsames Merkmal schon nach den ersten Bestrahlungen starke Schmerzen am Krankheitsherd, und zeigten im weiteren Verlauf der Behandlung keinen Rückgang der krankhaften Veränderungen, sondern eine zunehmende Verschlechterung des Allgemeinbefindens. Da die Erfahrung gelehrt hat, daß gerade bei den mit Schmerzen einhergehenden Erkrankungen, wie Knochen- und Gelenktuberkulose, Osteomyelitis, Neuralgien und Neuritiden als eine der frühesten Wirkungen der ultravioletten Strahlen das Aufhören anfangs vorhandener Schmerzen anzusehen ist und sowohl bei diesen wie auch bei anderen Krankheiten sonst niemals vermehrte Beschwerden, insbesondere Schmerzen, aufgetreten sind, so ist dieses abweichende Verhalten der Syphilitiker unter der Licht-

wirkung sehr bemerkenswert und kann u. U. bei zweifelhaften Fällen einen Fingerzeig für die Diagnose geben. Auch bösartige Neubildungen, die mit Anämie oder Kachexie einhergehen, sind in jeder Hinsicht zur Höhensonnenbehandlung ungeeignet. Bei Anwendung derselben pflegt bei zunehmender Verschlechterung des Allgemeinbefindens ein beschleunigtes Wachstum der Tumoren aufzutreten. *H. M.*

Dr. Haslebacher, Ragaz-Locarno-Orselina. Die Behandlung des Kropfes mit der Quarzlampe. Korr. f. Schw. Ä., Bd. 47, S. 243.

Der Autor berichtet über gute Erfolge, die er mit der Quarzlampenbestrahlung des Kropfes erreichen konnte. Es wurden seither 20 Patienten mit dieser Methode behandelt. Die Resultate sind folgende: Zuerst verschwanden die Stenoseerscheinungen und die Patienten gaben spontan an, daß sie viel besser steigen konnten. Nach 2—3 Sitzungen war meistens deutliches Weicherwerden der Struma zu konstatieren, das besonders auffallend bei den härtesten Tumoren war: Die Geschwulst, die vorher als einziger Tumor imponierte, verfiel in verschiedene Lappen, die von einander deutlich abzugrenzen waren. In einem Falle mit recht unangenehmen Stenoseerscheinungen verschwand der Kropf völlig und ist nach 10 monatlicher Beobachtung nicht wieder aufgetreten.

Die Bestrahlung wurde 2—3 mal wöchentlich so dosiert, daß starkes Erythem, ev. sogar leichte Blasenbildung erfolgte. Irgend welcher Nachteil wurde bei mehreren hundert Bestrahlungen nicht beobachtet. In den meisten Fällen war eine 10 malige Applikation nötig.

Ganz refraktär verhielten sich die großen Zysten. *H. M.*

Strahlentherapie in der Augenheilkunde.

Dr. Fr. Schanz. Lichtbehandlung bei Augenleiden. Zt. f. Aug. Bd. 36, Heft 1—2, S. 22.

Der Autor, der ja seine theoretischen Anschauungen schon des öfteren in Originalien der „Strahlentherapie" dargelegt hat, tritt in der vorliegenden Arbeit in erster Linie für die Allgemeinbehandlung mit Lichtbädern bei tuberkulösen Augenleiden ein. So wurde z. B. ein Fall mit einem prominenten Tumor im Augenhintergrund, der als Tuberkel angesprochen werden mußte, durch eine Sonnenbehandlung zur Heilung gebracht, ohne daß eine lokale Therapie stattgefunden hatte. Auch Fälle von ausgesprochener tuberkulöser Iritis wurden vom Autor durch Lichttherapie geheilt.
H. M.

Bekämpfung und Behandlung der Haut- und chirurgischen Tuberkulose.

G. A. Rost. Über die „kombinierte" Strahlenbehandlung der Tuberkulose vom Standpunkte des Dermatologen. Aus der Dermatol. Univers.-Klinik in Freiburg. Dt. med. Woch. 1918, Nr. 27, S. 733.

Während anfangs die strahlende Energie bei der Behandlung der Tuberkulose ausschließlich örtlich, d. h. am Krankheitsherde selbst

appliziert wurde, ist seit verhältnismäßig kurzer Zeit in der Form der Allgemeinbestrahlung des Körpers mit Sonnenstrahlen oder ultraviolettem Licht ein neuer bedeutsamer Faktor in die Tuberkulosetherapie eingeführt worden.

Die Voraussetzung für eine sachgemäße Anwendung dieser Therapie ist die Kenntnis der biologischen Wirkung der ultravioletten Strahlen auf die Haut und da steht im Vordergrund des Interesses das Problem des Angriffspunktes der ultravioletten Strahlen in der Haut.

Eine Wirkung der Strahlen ist denkbar 1. auf die Zellen der Epidermis, soweit diese noch kernhaltig sind; 2. auf die Nervenendigungen in der Epidermis; 3. auf die Kapillarschlingen in den Papillarspitzen des Koriums und auf das sie umgebende Bindegewebe einschließlich der Lymphspalten; 4. auf das Blut.

Die Wirkung des Lichtes auf die Epidermis findet ihren Ausdruck in der Pigmentbildung in den Basalzellen. Rollier und andere Autoren sind geneigt, der Pigmentbildung eine überragende Bedeutung bei der Strahlenwirkung auf die Tuberkulose zuzusprechen und haben die These aufgestellt, daß der Grad der Pigmentierung den Gradmesser abgibt für die dem Organismus innewohnende Heilkraft. Rost ist auf Grund seiner klinischen Beobachtungen zu einer ganz anderen Auffassung gelangt. Die Funktion des Pigmentes geht lediglich dahin, daß es einen Lichtschutz für die Haut gegen übermäßige Lichtzufuhr darstellt, indem es verhütet, daß die Lichtstrahlen in allzu großer Intensität an die Kapillaren der Haut herantreten. Damit stimmt die Erfahrung Rosts überein, daß mit zunehmender Pigmentierung der Haut die Intensität des Heileffektes ganz wesentlich abgeschwächt wird, daß dieser vielmehr in weitgehendstem Maße abhängt von dem Grad der erzielten, als Erythem sich dokumentierenden Allgemeinreaktion der Haut. Immer wieder läßt sich bei den Bestrahlungen beobachten, daß mit zunehmender Pigmentierung die Wirkung der Bestrahlung ganz erheblich nachläßt, und daß erst nach Rückgang der Pigmentation erneute Heilwirkung zu verzeichnen ist. Dazu kommt, daß gar nicht selten Kranke gar nicht pigmentieren, trotz guter Reaktion der Haut und guter Heilwirkung am Krankheitsherd. Daraus folgt, daß die Rolliersche Ansicht nicht richtig sein kann, vielmehr besteht zwischen Pigmentierung der Haut, Reaktion der Haut und Heilwirkung folgender Zusammenhang: Bei Kranken, bei denen die Allgemeinbestrahlung des Körpers keine oder sehr geringe Heilwirkung auslöst, beobachtet man regelmäßig, daß sie eine schlechte Allgemeinreaktion der Haut aufweisen und daß sie infolgedessen auch schlecht pigmentieren.

Das Pigment ist ein sekundäres Syndrom der Hautreaktion. Die Allgemeinreaktion der Haut, d. h. die Fähigkeit der Haut, mit einem Erythem auf die Bestrahlung zu antworten, ist das Hauptkriterium für die Reaktionsfähigkeit des Organismus. Daraus ergibt sich aber, daß der Einfluß der Strahlen auf die Kapillaren und das Blut bei der Lichtwirkung auf die Haut in ihrer Beziehung zur Heilung der Tuberkulose das Wesentliche ist.

Bei den Allgemeinbestrahlungen des Körpers haben wir zu unterscheiden zwischen Allgemeinwirkungen und Herdreaktion. Was

zunächst die ersteren anlangt, so können sich dieselben im günstigen Sinne in subjektivem Wohlbefinden und Zunahme des Appetits, aber auch in ungünstigem Sinne in Kopfschmerz, Abgeschlagenheit, Aufgeregtheit, Schlaflosigkeit, Auftreten von Fieber, Eiweiß im Urin äußern. Das ultraviolette Licht ist also keineswegs ein indifferentes Heilmittel und darf nur in genauer Dosierung und unter sorgfältiger Berücksichtigung der individuellen Reaktion verabfolgt werden.

Unterstützt wird diese Forderung durch die Beobachtungen über die durch Allgemeinbestrahlung ausgelösten Herdreaktionen, die zwar meist günstig, aber doch nicht indifferent sind. Man sieht: Abschwellung ödematöser oder hypertrophischer Stellen und den Rückgang keloidartiger Narbenstränge beim Lupus, ferner das Aufhören eitriger Sekretion aus ulzerierten Stellen und Fisteln beim Skrophuloderma; von ganz besonderer Bedeutung aber war die Rückbildung bzw. Abheilung von echten lupösen Stellen auf Haut und Schleimhaut wie auch das Verschwinden der sogen. Tukerkulide (Lichen und Eccema scrophulosorum, Folliklis und Aknitis, Erythema induratum), die also nur durch Allgemeinbestrahlung des Körpers ohne jede lokale Behandlung des tuberkulösen Herdes zustande kam. Von Interesse waren weiter noch folgende durch die Allgemeinbestrahlung ausgelösten Herdreaktionen. In einer Reihe von Lupusfällen sah Rost unter dem Einfluß der Allgemeinbestrahlungen typischen Lichen scrophulosorum auftreten, und ferner konnte er bei einem Fall von Nierentuberkulose nach Einleitung der Allgemeinbelichtung zystoskopisch zahlreiche Knötchen in der Blase aufschießen sehen, wobei es sich um reaktive Vorgänge in dem Sinne handelte, daß die latent bereits erkrankten Herde zur Manifestation gebracht wurden.

Die durch Allgemeinbestrahlungen des Körpers bei der Tuberkulose erzielten Heilerfolge lassen sich wohl am ehesten durch die Vermehrung spezifischer Immunkörper erklären. Dafür spricht, daß Rost in der Mehrzahl der Fälle unter dem Einfluß der Lichtbehandlung eine nicht unerhebliche Erhöhung des Immunitätstiters konstatieren konnte.

Was nun die Technik der Allgemeinbestrahlungen anlangt, so wird auf Erzielung möglichst starker Reaktion der Haut hingestrebt, natürlich unter Vermeidung jeglicher Hautschädigung. Zu diesem Zwecke werden stets zur Bestrahlung zwei Lichtquellen (sogen. künstliche Höhensonnen) genommen, die in 50 cm Abstand von der Körperoberfläche sowie in 80 cm Entfernung voneinander aufgehängt werden. Man beginnt mit langen Belichtungen: $^1/_2$—1 Minute. Die weiteren Bestrahlungen erfolgen je nach dem Ausfall der Hautreaktion in Abständen von 3—4 Tagen unter entsprechender Steigerung der Bestrahlungsdauer. Über 30 Minuten wird nicht hinausgegangen. Nach Bedarf treten 8—14 tägige „Depigmentierungspausen“ ein, um die Haut wieder strahlenempfindlicher zu gestalten.

Wesentlich gebessert und beschleunigt wird das Heilungsergebnis durch die Kombination der Allgemeinbelichtung mit der lokalen Strahlenanwendung, und zwar wurde zur Bestrahlung des tuberkulösen Herdes die Quarzlampe und die harte filtrierte Röntgenstrahlung angewandt.

Rost ging beim Lupus dabei so vor, daß er in jedem Falle prin-

zipiell zunächst eine Röntgenbestrahlung mittlerer Filterstärke vorausschickte bei gleichzeitiger Einleitung der Allgemeinbestrahlung mit Höhensonne. Etwa acht Tage nach der Röntgenbestrahlung beginnt dann die Quarzlichtbehandlung (mit Blaufilter), wobei infolge der durch die Allgemeinbestrahlung erheblich verbesserten Wirkung nur etwa halb so große Dosen als früher nötig waren. Die Röntgenbestrahlung wird nach 6—8 Wochen wiederholt, wobei aber darauf zu achten ist, daß die vorhergehende Lichtreaktion der Haut völlig abgeheilt ist. Dieser Behandlungsturnus wird noch ein- bis zweimal wiederholt, dann folgt eine Behandlungspause von mehreren Wochen, worauf, wenn nötig, die Behandlung in ähnlicher oder modifizierter Weise von neuem beginnt.

Mit dieser Methode gelang es, über die Hälfte der seit Oktober 1915 in Behandlung genommenen 150 Lupusfälle vorläufig zu heilen oder als an Heilung grenzend zu bessern. Ganz besonders günstige Resultate wurden auch bei 15 Fällen von Lupus des Gaumens und Rachens erzielt, ferner bei der Tuberculis cutis verrucosa sowie bei exanthematischen Formen der Hauttuberkulose (Lichen scrophulorum, Aknitis usw.), von denen 17 Fälle behandelt wurden und bei denen durchweg bereits durch Allgemeinbestrahlung Heilung eintrat.

Ganz vorzügliche Resultate ergab die Behandlung beim Skrophuloderma. Es handelte sich um 70 Fälle, bei denen etwas über ein Drittel von Knochen, Gelenken oder Sehnenscheiden, der Rest von Drüsen seinen Ausgang nahm. Bei dieser Gruppe war die Zahl der wenig gebesserten oder ganz refraktären Fälle besonders gering. Selbst bei den schwersten Fällen gelingt es in auffallend kurzer Zeit, sichtbare Besserung zu erzielen, wobei nicht nur die Haut, sondern auch die primäre Erkrankung zur Ausheilung kam, ohne daß ein chirurgischer Eingriff nötig wurde.

Von den übrigen Formen der Tuberkulose erwähnt Rost noch besonders die Urogenitaltuberkulose als für die Behandlung geeignet. So konnte z. B. in mehreren Fällen von Nieren- und Blasentuberkulose neben völliger Beseitigung des Eitergehaltes des Urins die Abheilung der Knötchengruppe in der Blase zystoskopisch kontrolliert werden; ferner gelang es in zwei Fällen von Prostata- und Samenblasentuberkulose, palpatorisch völliges Verschwinden der vorher faustgroßen harten Geschwülste festzustellen. Auch zwei Fälle von Nebenhodentuberkulose wurden klinisch geheilt. *H. M.*

Dr. Ernst Amstad. Röntgenstrahlen als Adjuvans der Heliotherapie. Aus Dr. Rolliers Kliniken zur Behandlung chirurgischer Tuberkulose in Leysin. Korr. f. Schw. Ä. 1917, Nr. 11.

Wenn auch die Sonne und das Hochgebirgsklima im Verein mit orthopädischen Maßnahmen in der Mehrzahl der Fälle zur Ausheilung chirurgischer Tuberkulose allein genügen, so ist es doch zweckmäßig, namentlich dann, wenn trotz Sonne und Höhenluft die Rückbildung lokaler Prozesse sich besonders langwierig gestaltet, die Röntgenstrahlen mit zur Heilung heranzuziehen.

Die wichtige Vorfrage, ob Heliotherapie und Röntgentherapie miteinander vereinbar sind, konnte der Autor auf Grund der Erfahrungen

von vielen Hunderten von Sitzungen dahin mit Sicherheit beantworten, daß eine erhöhte Reizempfindlichkeit der durch Lichtwirkung pigmentierten Haut nicht besteht.

Wenn man durch Licht pigmentierte Haut gefilterten Strahlen aussetzt, so zeigt sich binnen kurzem — der Ausdehnung des Filters entsprechend — eine noch intensivere Pigmentation, die mit zunehmenden Dosen eine völlig schwarzbraune Nuance annehmen kann. Bei einer gewissen Röntgendosis, in der Regel $4^1/_2$—5 Sabouraud, tritt Pigmentverlust ein, so daß der früher hochgradig pigmentierte Fleck nun völlig weiß erscheint in der durch Sonne pigmentierten Umgebung. Durch weitere Sonnen- und nachfolgende Röntgenstrahlen — die natürlich nicht zu dermatitischen Erscheinungen Anlaß geben dürfen — wiederholt sich das gleiche Spiel: Der Ausdehnung des Filters entsprechend, stellte sich abermals eine hochgradige Pigmentation ein, um nach ca. fünf Sabourauddosen wiederum zu verschwinden. Von seiten der Haut stehen also der gleichzeitigen Anwendung der Sonnen- und Röntgenstrahlen keinerlei Hindernisse im Wege, wenigstens sobald durch Sonne eine genügende Pigmentation eingetreten ist.

Eine zweite Frage ist die, ob die durch Sonne und Röntgen hervorgerufenen Herdreaktionen sich nicht in zweckwidriger Weise summieren.

Die durch die allgemeine Besonnung hervorgerufenen Herdreaktionen sind je nach dem anatomischen und klinischen Zustand des betreffenden tuberkulösen Herdes ganz verschieden. Außerordentlich lebhaft und durch kürzeste Sonnenbestrahlungen auslösbar, treffen wir sie z. B. in Fällen aktiver Bauchfelltuberkulose, um bei gewissen torpiden, synovialen Gelenktuberkulosen kaum eruierbar zu sein. Zwischen diesen beiden Extremen finden wir eine ganze Reihe verschiedenartiger Abstufungen. Es ist nun ganz selbstverständlich, daß man auf eine lebhafte, durch Sonnenstrahlen provozierte Herdreaktion nicht noch eine Röntgenreaktion des Herdes aufpfropfen wird. Eine derartige Summierung könnte zweifellos schaden. Andererseits steht einer regelmäßigen Röntgenbehandlung sonnender Patienten nichts im Wege, wenn die Prozesse bereits in ein ruhigeres Stadium getreten sind und daher auch eine Abschwächung der lokalen Reaktion eingetreten ist. Die Entscheidung im einzelnen Falle wird dem beobachtenden Arzte kaum Schwierigkeiten machen.

Was nun die Indikationen zur Röntgenbehandlung anlangt, so wurde bei Kindern diese Behandlungsmethode nur selten herangezogen, zumal der kindliche Organismus in Höhenluft und Sonne in hervorragender Weise die tuberkulöse Infektion zu bekämpfen versteht.

Von dem weiten Gebiet der chirurgischen Tuberkulose scheidet nach Ansicht des Autors eigentlich nur die Spondylitis aus, weil hier u. U. durch eine zu rasche Einschmelzung und Zusammenbruch der Wirbel das Rückenmark gefährdet werden könnte.

Dagegen leistet die Röntgentherapie hervorragende Dienste bei der Behandlung der tuberkulösen Bauchfellentzündung, wo die Einschmelzung auch der größeren Infiltrate oft in sehr kurzer Zeit gelingt. Sehr aktiv fiebernde Fälle dieser Erkrankung eignen sich wegen der zu stark auftretenden Reaktionen nicht für die Röntgenbestrahlung.

Auch auf dem Gebiet der Urogenitaltuberkulose wird man öfters mit Vorteil die Röntgenbehandlung anwenden. Namentlich dann, wenn sich perizystitisch-infiltrative Prozesse entwickelt haben, leistet das Verfahren gutes. Ganz besonders indiziert und von allen konservativen Methoden am wirksamsten zeigt sich die Röntgentherapie in der Behandlung der tuberkulösen Epididymitis. Eine Schädigung des Testis selbst ist bei geeigneter Technik gut zu vermeiden. (Der Autor hat sich zu diesem Zwecke gebogene hölzerne Zangen konstruiert, die eine solide Fixation des Testis und genaue Abdeckung der Epididymis ermöglichen.)

Auch für die Behandlung der tuberkulösen Gelenke bedeutet die Kombination der Sonnenkur mit der Röntgenbestrahlung einen Gewinn, wenn es auch mit der kombinierten Methode immer noch viel Zeit erfordert, um ein tuberkulöses Gelenk zur Ausheilung zu bringen. Namentlich bei den Fällen mit torpidem Verlauf wird oft durch die Röntgenstrahlen ein neuer kräftiger Impuls im Heilungsprozeß gegeben.

Bezüglich der Technik wird vom Autor besonders hervorgehoben, daß der Röntgentherapeut, der chirurgische Tuberkulosen behandelt, sich vom Gedanken freimachen muß, als ob die größtmögliche Dosis seinem Patienten am meisten nützen würde. Diese vom Gebiete der Strahlentherapie maligner Tumoren herübergenommene Auffassung ist sicher unrichtig für Tuberkulosen.

Die Höhe der applizierten Dosis hängt vom klinischen Charakter der zu bestrahlenden Affektion ab. Während man gegen alle torpiden Prozesse mit starken Dosen vorgeht, wird man aktive Erkrankungen vorsichtig und individualisierend behandeln. Die einzelnen Herdreaktionen müssen erst abgeklungen sein, bevor man neue hervorruft. Werden die Reaktionen geringer, so steigt man mit den Dosen. Gerade wer auf dem Boden der Iselinschen Anschauungen steht, der beim Bestrahlen tuberkulöser Herde ein Freiwerden von Tuberkulin, d. h. eine Autotuberkulinisation annimmt, wird seine Patienten besonders sorgfältig überwachen. Für den Röntgenkater der Gynäkologen ist in der Strahlentherapie der chirurgischen Tuberkulose kein Platz. *H. M.*

Dr. E. Mühlmann, leitender Arzt der Röntgenabteilung des Städt. Krankenhauses in Stettin. Die Behandlung der Lymphdrüsentuberkulose Erwachsener. D. med. Woch. 1918, Nr. 2, S. 36.

Dr. E. Mühlmann. Zur Röntgenbehandlung der Lymphdrüsentuberkulose. D. med. Woch. 1918, Nr. 36, S. 994.

Trotzdem von einer Reihe namhafter Chirurgen (Wilms, Krecke, Anschütz u. a.) die Röntgenbehandlung der Lymphdrüsentuberkulose als Methode der Wahl bezeichnet worden ist, kommt es doch immer und immer wieder vor, daß durch chirurgische Eingriffe ohne richtige Indikation die Krankheit verschleppt wurde, daß langwierige Eiterungen entstanden und schließlich auch durch Verletzungen des N. accessorius unangenehme Folgezustände hervorgerufen wurden, die unbedingt hätten vermieden werden können.

Mühlmann bestrahlte 125 Fälle von tuberkulösen Lymphomen, zum

größten Teil Soldaten, von denen 43, also über ein Drittel, nach der Operation vereitert waren. Eine ganze Anzahl von ihnen war monatelang, manche über ein halbes Jahr lang von Lazarett zu Lazarett gewandert, ohne Erfolg mit Umschlägen, Salben, Tuberkulin usw. behandelt worden, ehe sie auf der Röntgenstation endeten.

Wie auch schon anderweitig betont, konnte die Erfahrung gemacht werden, daß die entzündliche, hyperplastische Drüse auf die Röntgenbestrahlung am besten anspricht. Nach wenigen kräftigen Bestrahlungen beginnen die Tumoren sich schnell zu verkleinern, lösen sich in einzelne deutlich abtastbare Drüsen auf, um endlich meist Erbsengröße zu erreichen. In 3—4 Sitzungen, also in ungefähr zehn Wochen, ist dieser Zustand zu erreichen. Sehr wesentlich ist, daß die Behandlung auch wirklich bis zur Heilung fortgesetzt wird, denn — wie der Autor sich durch Exstirpation und histologische Untersuchung solcher Drüsen, die nicht bis zur Bohnengröße zurückgebracht wurden, überzeugen konnte — sind in diesen meist noch zentrale Käseherde vorhanden, so daß also von einer Heilung dann noch nicht die Rede sein kann. Allerdings konnte man häufig die Beobachtung machen, daß bei Kranken, die entlassen wurden, ohne daß das Stadium der Erbsen- bis Bohnengröße erreicht war, die Drüsen sich im Laufe der nächsten Monate spontan weiter zurückbildeten.

Langsamer als die entzündlichen, hyperplastischen Drüsen reagieren die verkästen Drüsen. Vereiterte Drüsen verhalten sich verschieden. Ist ihr Entzündungsherd noch nicht zu weit vorgeschritten, reagieren sie im allgemeinen wie verkäste Tumoren. Bestehen aber schon Drüsenabszesse mit weitgehender Infiltration der Haut, dann kommt es unter dem hyperämisierenden Einfluß der Strahlen zum schnelleren Einschmelzen. Hier soll und darf jetzt nicht das Messer des Chirurgen einsetzen, das eine breite Fistelöffnung schaffen würde, sondern hier sind Stichinzisionen indiziert, durch deren Kanal sich der Eiter entleeren kann. Durch weitere Bestrahlung bildet sich die tuberkulöse Granulation zurück, entgiftet den Herd, die Eiterung wird geringer, die Inzisionsöffnung schließt sich, es tritt Heilung ein. Sind jedoch erst einmal große spontan oder postoperativ entstandene Fisteln vorhanden mit borkigen Belägen, großen Infiltrationen des Unterhautzellgewebes, dann erfordert auch die Röntgenbehandlung große Geduld und viele Monate.

Nach den Erfahrungen Mühlmanns wäre es trotz aller Vorteile der Röntgentherapie verkehrt, von ihr 100% Heilung zu erwarten. Die gibt es nicht, wenn auch die Zahl der Fälle, die später doch operiert werden mußten, verschwindend klein war. Er ging im allgemeinen so vor, daß er in Fällen, bei welchen die Drüsentumoren nach 5—6 Bestrahlungen innerhalb eines Zeitraumes von 15—18 Wochen nicht bis zu jenem Grad, der als Heilung bezeichnet werden darf, zurückgegangen waren, die Drüsenreste operativ entfernt wurden. (Allerdings war hier bei der Indikationsstellung zur Operation die möglichst schnelle Wiederherstellung der Kriegsverwendungsfähigkeit der Soldaten mit maßgebend. Ref.)

Bezüglich der Methodik ist hervorzuheben, daß die Applikation allzu großer Dosen überharter Strahlen, wie sie die Haut eben noch zu ertragen vermag, bei der Behandlung der Drüsen sich nicht bewährt hat. Bei der Dosis 70 X, 3 mm Aluminium, mit der härtesten Müller-Siede-

röhre, die anfangs appliziert wurde, trat nach 5—6 Sitzungen öfters Versagen des Speichelflusses und eine oft recht hartnäckige Heiserkeit infolge Laryngitis ein. Daher ging der Autor auf $^2/_3$ dieser Dosis herunter und fand, daß diese therapeutische Menge zur Heilung genügte. Die sterile Punktion von abszedierenden Drüsenabszessen mit nachfolgender Injektion von 10 proz. Jodoformglyzerinlösung hat sich nach Mühlmann in Kombination mit der Röntgentherapie bewährt.

Schließlich darf nicht vergessen werden, daß auch die Lymphdrüsentuberkulose eine tuberkulöse, d. h. allgemeine Erkrankung ist. Daher muß das ganze Arsenal der Tuberkulosetherapie: Liegekur, Mastkur, Sonnenbehandlung, Tuberkulin usw. herangezogen werden. Am besten wäre es, in klimatisch geeigneten Orten, wo auch Sonnentherapie möglich ist, Sonderlazarette für Lymphomkranke zu schaffen. *H. M.*

Dr. Axmann, Erfurt. Lymphombehandlung und Lupus. D. med. Woch. 1918, Nr. 8, S. 213.

Der Autor weist auf die Nachteile hin, welche die operative Behandlung der tuberkulösen Halsdrüsen häufig im Gefolge haben, und betont dabei auch die Häufigkeit, mit der sich im Anschluß an den operativen Eingriff Hauttuberkulose einstellt.

Wie jede spontane Drüseneiterung bei der Drüsentuberkulose die Gefahr der tuberkulösen Hautinfektion bildet, so auch der künstliche Eingriff, welcher so häufig langdauernde Eiterung im Gefolge hat. Der Begriff des Drüsennarbenlupus ist ja bekannt genug. Aber selbst im Falle vollkommen gelungener Exstirpation ist die Aussaat der Tuberkelbazillen nicht sicher zu vermeiden. So hatten von mehreren hundert der von Axmann in den letzten Jahren behandelten Lupuskranken nicht weniger als 80 % an Drüsentuberkulose gelitten und deswegen einen chirurgischen Eingriff durchgemacht. Würde rechtzeitig die Drüsentuberkulose mit Strahlen behandelt, so wären zahlreiche Lupusfälle, die uns später so viel Mühe und Kosten machen, im Keime erstickt. *H. M.*

Dr. Ladislaus v. Rhorer, Prof. d. ärztl. Physik a. d. Veterinärhochschule in Budapest. Sensibilisierung gegen Röntgenstrahlen. D. med. Woch. 1918, Nr. 50, S. 1394.

Der Autor versuchte durch Einspritzung einer 10 proz. Jodkalilösung in das Gewebe der tuberkulösen Lymphdrüsen vor der Röntgenbestrahlung eine Steigerung der Absorption der Strahlung in diesem Gewebe und damit eine Verbesserung der Heilwirkung herbeizuführen. Obwohl die Versuche (sie wurden im Kriegsspital vorgenommen) bei keinem Kranken zu Ende geführt werden konnten, war der Eindruck doch der, daß der Verlauf günstiger war als bei den vorher ohne Jodkali behandelten Fällen. *H. M.*

Prof. Hans Much, Hamburg. Tuberkulosebehandlung mit Partigenen. Derm. Woch. 1917, Nr. 19, S. 433.

Der Autor macht sehr bemerkenswerte und auch vom Standpunkte der Strahlentherapeuten bedeutsame Mitteilungen über seine Forschungen über die Partigene.

Partialantigene (Handelsname: Partigene, Kalle & Co., Biebrich) sind chemisch verschiedenartige Stoffe des Tuberkelbazillus. Deycke und Much wiesen nach, daß der Tuberkelbazillus sozusagen nicht mit einer einzigen Truppengattung den Körper angreift, wohl aber mit mehreren. Umgekehrt braucht der Körper, will er sich des Angriffes erwehren, Abwehrkräfte gegen jede einzelne Gattung der Angriffskörper. Mit anderen Worten: Jedes Partialantigen hat seinen eigenen Partialantikörper.

Die Partialantigene werden gewonnen durch längere Einwirkung verdünnter Säuren (z. B. Milchsäure) auf unveränderte Tuberkelbazillen.

Folgendes Schema zeigt den Zerlegungsvorgang und die dabei gewonnenen Teilstoffe:

Milchsäure-Tuberkelbazillen-Aufschließung

Filtrat (L) — Rückstand (R)

Rückstand (R): Eiweißgruppe (A) — Fettgemisch

Fettgemisch: Fettsäuren + Lipoide (F) — Neutralfett + Fettalkohol (N)

Eine Abwehr gegen die Erreger ist nur dann möglich, wenn gegen alle Partialantigene die dazu gehörigen Abwehrkräfte (Partialantikörper) genügend vorhanden sind. Es muß also das Bestreben der neuen Therapie sein, die Partialantikörper, soweit sie fehlen, zu ergänzen und soweit sie ungenügend da sind, zu verbessern. Das geschieht durch Einspritzung der dazu gehörigen Partialantigene. Diese bewirken dann durch aktive Immunisierung die Bildung der nötigen Partialantikörper.

Es ist verständlich, daß, bevor man die Behandlung beginnt, man einen meßbaren Einblick in die Immunität des betreffenden Organismus haben muß: Erst durch Anwendung der chemisch reinen Partialantigene ist das möglich geworden, und zwar wird die Zellimmunität gemessen, die durch Impfungen in die Haut (Intrakutanimpfungen) mit verschiedenen Verdünnungen der Partigene erfolgt.

Unter Aufhebung einer Hautfalte spritzt man an der Außenseite des Oberarmes möglichst tangential 0,1 ccm der betreffenden Verdünnung ein, so daß eine linsengroße weiße Quaddel entsteht. In den meisten Fällen genügen folgende Verdünnungen:

Partialantigen					
Partialantigen	A	Verdünnung	1 : 10 Mill.	1 : 100 Mill.	1 : 1000 Mill.
„	F	„	1 : 10000	1 : 100000	1 : 1 Mill.
„	N	„	1 : 1000	1 : 10000	1 : 100000.

Auf diese Weise gewinnt man zweierlei:

1. die mathematische Immunitätsanalyse, d. h. einen meßbaren Einblick in die Immunität. Man sieht, welcher Partialkörper fehlt, welcher gut und welcher mangelhaft ausgebildet ist.

2. Man hat die Grundlage für die mathematische Immuntherapie. Es muß unser Bestreben sein, die fehlenden oder unzureichenden Partialantikörper soweit zu verstärken, daß der Mittelwert, wie er in der obigen Verdünnungstabelle zum Ausdruck kommt, erreicht ist. Praktisch geschieht das in der Weise, daß das zu dem schwachen oder fehlenden Partialantikörper gehörende Partialantigen in steigenden Mengen eingespritzt wird (unter die Haut oder in den Muskel). Man beginnt mit

$^1/_{100}$ ccm der Verdünnung, die im Intrakutanversuche eben noch eine Reaktion gibt und steigt in täglichen Einspritzungen um 0,1 ccm bis zur Höchstdosis.

Eine einmalige Immunitätsanalyse hat für die Behandlung nur bedingten Wert. Ein ganz niederer Titer gibt allerdings ein eindeutiges Bild; er sagt, daß es im Augenblick schlecht steht. Läßt man aber solche Leute längere Zeit bei reichlicher Nahrungszufuhr liegen, so bessert sich der Titer durch die diätetische Behandlung häufig schon nach einigen Wochen. Diese Tatsache ist für das Heilverfahren insofern von großer Bedeutung, als beim völligen Fehlen der Partialantikörper die Partialantigentherapie nicht angewandt werden darf. Spritzt man bei gänzlichem Mangel der Partialantikörper die Partialantigene ein, so wird dadurch die negative Phase in schlimmster Weise gefördert. Glücklicherweise findet der Körper bei Ruhe und Pflege die Kraft, von selbst den einen oder anderen Partialantikörper zu bilden, so daß wir alsdann mit einer kräftigen Behandlung einsetzen können und die Aufwärtsbewegung erfolgreich unterstützen oder überhaupt erst ermöglichen können.

Andererseits darf man sich durch hohe Titer in der Prognose nicht täuschen lassen. Es kann sich um einen Gleichgewichtszustand handeln, wo auf beiden Seiten hohe Werte eingesetzt werden, wo massenhaft Erreger vorhanden sind und das gesamte Rüstzeug an Abwehrkräften mit allen Reserven kämpfend in Aktion getreten ist. Würde man da von einer Unterstützung des Körpers absehen, so könnte das verhängnisvolle Folgen für den Kranken haben.

Aus all dem folgt, daß man die Analyse, um sich ein Bild zu verschaffen, wiederholen muß; die Veränderung des Immunitätsbildes ist maßgebend. Sie zeigt die Fähigkeit des Körpers an, auf die Heilbestrebungen zu antworten.

Was nun die Erfolge der Partialantigentherapie bei der Tuberkulose anlangt, so waren dieselben — wie der Geschäftsbericht des deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose lehrt — ganz hervorragende. Sowohl die Lungen- wie die chirurgische Tuberkulose reagierten glänzend auf die Behandlung: namentlich die Peritoneal-, die Urogenital-, die Pleuratuberkulose sowie die tuberkulösen Weichteilfisteln gaben auffallend gute Erfolge.

Die Bedeutung der mathematischen Immunitätsanalyse wird aber in einer Beziehung noch bedeutend erweitert.

Die letzten Jahre brachten die Erkenntnis, daß man den Immunkörperspiegel, dessen Besserung die Vorbedingung jeder Heilbestrebung ist, nicht nur durch spezifische, sondern auch durch unspezifische Mittel heben kann. Also auch die letzteren gehören indirekt zum Rüstzeug des immun-biologen Bekämpfungsplanes. Das wesentliche ist nun, daß man jetzt an jede unspezifische Heilbehandlung der Tuberkulose mit der mathematischen Immunitätsanalyse sozusagen mittels Zirkel und Rechenstift herantreten kann, d. h. man kann ermessen, ob im einzelnen Fall der eingeschlagene Weg zum Ziele führt, ob das angewandte Mittel verstärkt oder abgemindert oder ob es durch ein anderes ersetzt werden muß.

Derartige systematische immuno-analytische Untersuchungen wurden nun auch schon begonnen, und es wurden dabei speziell die Einwirkung

operativer, orthopädischer Maßnahmen sowie auch der Strahlentherapie auf die chirurgische Tuberkulose geprüft. Es ergab sich, daß viele Operationen, darunter Amputationen, ohne immuno-biologische und damit Hand in Hand gehend ohne klinische Heilung verlaufen, daß ferner orthopädische Maßnahmen (Streckkorsette, Schienen, Gypsverbände, Gehbügel, Extensionen) die Immunität nicht beeinflussen, ebensowenig die Einspritzung von Jodoformglyzerin, daß dagegen die Wirkung der natürlichen Sonnenstrahlen, wie im Hochgebirge festgestellt wurde, eine ganz erstaunliche ist.

Eine vergleichende Prüfung von Höhen- und Meeresklima steht noch aus. Auf dem bezeichneten Wege wird sich aber nicht nur für den einzelnen Fall die günstige oder ungünstige Wirkung ablesen, sondern es werden sich auch vor allem allgemeine Grundsätze über das Wesen beider Klimaarten auffinden lassen.

Ähnlich kann auch die künstliche Höhensonne in ihrer immuno-therapeutischen Wirkung gemessen werden; man kann hier mit Hilfe der mathematischen Immunitätsanalyse die Umsetzung der Lichtenergie in Immunitätsenergie zahlenmäßig ablesen und ferner in jedem Falle erkennen, wann man die Lichtenergie vermehren oder verringern muß. So kann eine quantitative Strahlentherapie der Tuberkulose geschaffen werden. *H. M.*

Prof. Hans Much, Hamburg. Hauttuberkulose. Derm. Woch. 1917, Nr. 23, S. 524.

Die mathematische Immunitätsanalyse, ausgeführt mit den Partialantigenen, unterrichtet uns nicht nur jederzeit über den Stand von Angriff und Abwehr und gibt uns dadurch die Möglichkeit einer rechnerisch kontrollierbaren Therapie, sondern gibt uns auch einen Einblick in das Wesen verschiedenartiger Tuberkuloseerkrankungen. Auf diese Art lassen sich scheinbar gesetzmäßige Typen aufstellen. Bei den Lungentuberkulosen finden wir hauptsächlich die gegen Tuberkelbazilleneiweiß gerichteten Partialantikörper, dagegen einen Rückgang der Fettantikörper — bei der Hauttuberkulose sind im Gegensatz dazu vor allem die Partialantikörper gegen die Fette stark ausgebildet, so daß man die Lupösen als „fetttüchtig" den „albumintüchtigen" Lungentuberkulösen gegenüberstellen kann.

Wollen wir in das Wesen der Hauttuberkulose weiter eindringen als bisher, so ist es notwendig, den Begriff der Immunität in den Vordergrund zu rücken. Ohne Immunität ist die Hauttuberkulose ebensowenig zu verstehen wie das Wesen, die Ansteckung und der Krankheitsverlauf der allgemeinen Tuberkulose.

Wir wissen, wie stark die Zellimmunität der Haut gegen die Partialantigene sein kann, gleichgültig, ob der Träger aktiv tuberkulös oder inaktiv tuberkulös oder geheilt ist. Wenn also Tuberkulose der Haut entsteht, so wird es lediglich auf den Grad der Immunität ankommen, der ja bei Tuberkulosen ebenso hoch sein kann wie bei Geheilten. Ist die Zellimmunität gering, dann kommt es zum tuberkulösen Geschwür; ist sie stärker, so haben wir nur die oberflächlichen Veränderungen und das Bild des langsam fortschreitenden Lupus; bei noch stärkeren Graden finden wir die Tuberkulide. Das

verschieden klinische Bild des Lupus wird also bedingt durch die mehr oder weniger stark entwickelte Immunität der Haut.

Der Autor spricht nun die Erwartung aus, daß wir mit der mathematischen Immunitätsanalyse noch weitere Aufklärungen über das Wesen und die Unterschiede der einzelnen Formen der Hauttuberkulose erlangen werden; wir werden bei weiterer Forschung dann insbesondere sehen, daß das Fehlen bestimmter Partialantigene erstens für das Zustandekommen der Hauttuberkulose überhaupt und zweitens für die besondere Form im einzelnen Falle verantwortlich ist.

Auch die Klärung der Frage, ob auch die Hauttuberkulose wie die übrige Tuberkulose in den meisten Fällen eine Wiederansteckung von innen ist, wird mit den neuen Hilfsmitteln lösbar.

H. M.

Primarius Dr. Wilh. Müller, leit. Arzt a. d. Lungenheilanstalt in Sternberg (Mähren). Die Grundgesetze der Partialreaktivität beim tuberkulösen Menschen und ihre Anwendung am Krankenbett. Wien. kl. Woch. 1918, Nr. 8, S. 209.

Die Bedeutung der Partialantigene für die Tuberkulosebekämpfung ist eine mannigfaltige. Die Intrakutananalyse befähigt uns zu einer Reihe wichtiger Einblicke in die Immunität bei Tuberkulose. Durch wiederholte Anstellung von Interkutananalysen wurde festgestellt, daß in der Mehrzahl der Fälle eine Reaktivitätssteigerung bezw. das Phänomen der positiven dynamischen Immunität Hand in Hand mit der klinischen Besserung und Ausheilung der Krankheit geht. Auf diese Weise ist dieses Prinzip einerseits ein prognostisches Hilfsmittel für den Kliniker, andererseits eine Kontrolle sowohl der spezifischen wie der nicht spezifischen Therapie geworden.

Von besonderer Bedeutung ist nun, daß der Einfluß der Strahlentherapie auf die Immunität bei Tuberkulose gekennzeichnet ist durch eine mächtige Steigerung der Partialreaktivität, so daß man berechtigt ist, von einer Strahlenimmunisierung zu sprechen.

Schon durch den Einfluß einfacher kosmischer Tatsachen läßt sich feststellen, daß im Sommer mehr Lichtenergie in Immunitätsenergie umgewandelt wird und daß die positive dynamische Immunität während dieser Jahreszeit ein Maximum erreicht. Umgekehrt verhält es sich im Winter, wo die Immunität infolge mangelhafter Belichtung allmählich einen Tiefstand erreicht.

Die Gültigkeit dieses Gesetzes der Strahlenimmunisierung bezieht sich aber nicht nur auf natürliches Sonnenlicht, sondern auch auf den Einfluß der Bestrahlung mit künstlichen Strahlenquellen: Höhensonne, Finsenlicht, Kohlenbogenlicht, Röntgenstrahlen und Radium. Alle diese Strahlen sind imstande, die Immunität zu erhöhen.

Sehr bemerkenswert ist nun, daß vergleichende Untersuchungen des Autors mit aller Deutlichkeit ergeben haben, daß die Steigerung der Partialreaktivität durch Strahlentherapie im allgemeinen eine ungleich intensivere ist als die durch Partialantigene und Tuberkuline hervorgerufene, womit die klinische Erfahrung übereinstimmt, daß die Strahlentherapie häufig zum Ziele führt, wo die spezifische Therapie ver-

sagt und eine Vermehrung der Antikörper durch letztere nicht erfolgt. Das kann man besonders bei der chirurgischen Tuberkulose beobachten.

Für den Mechanismus der Strahlenimmunisierung stehen zwei Erklärungen zur Verfügung. Es kann sich einmal um eine Aufschließung der Tuberkelbazillen im Organismus unter Ausschwemmung größerer Mengen Antigene in den Kreislauf und die Zellen der Gewebe handeln. Mit dieser Erklärung wäre die Brücke zur spezifischen Therapie geschlagen: man könnte sich vorstellen, daß durch die so bewirkte Zirkulation freier Partialantigene im Organismus die Entwicklung entsprechender Antikörper ausgelöst würde. Die Strahlenimmunisierung wäre demnach eine wahrhaft spezifische Therapie der Tuberkulose.

Die andere Erklärungsweise verweist die Strahlentherapie zu den nichtspezifischen Heilfaktoren, indem sie die Entstehung der Reaktionskörper aus einer direkten Wirkung der Strahlen auf die Körpergewebe ableitet und den Tuberkelbazillus nicht in die Kette der diesbezüglichen physiologisch-chemischen Vorgänge mit einbezieht. Durch diesen Prozeß würden auf direktem Wege, d. h. ohne Vermittlung der Tuberkelbazillen, jene Abwehrgebilde erzeugt, die wir mit dem Namen Antikörper belegen.

Die höchste Steigerung der Partialreaktivität und Hand in Hand damit die besten klinischen Erfolge erreichen wir mit einer Kombination von Strahlentherapie und spezifischer Therapie. Ein durch Strahlen sensibilisierter Organismus empfängt die Antigene des Tuberkelbazillus gleichsam in Statu nascendi und läßt sich besser immunisieren, als wenn nur einer dieser Heilfaktoren für sich allein wirksam ist.

H. M.

Dr. Hans Hirsch und Agnes Vogel. Über Partigentherapie bei Hauttuberkulose. Aus der K. dermatol. Universitätsklinik und Poliklinik in München (Direktor: Prof. Dr. v. Zumbusch). Mün. med. Woch. 1918, Nr. 23, S. 612.

Nachdem die Behandlung mit Partialantigenen bei Lungentuberkulose recht bemerkenswerte Erfolge gezeitigt hat, lag es nahe, auch Versuche mit dieser spezifischen Heilmethode beim Lupus anzustellen.

Die Erprobung der Methode fand an 40 Fällen statt, worunter 35 Fälle von Lupus mittlerer und schwerer Form waren. Bei fast der Hälfte der Patienten war der erste Immunitätstiter unter Mittelwert, wobei die Verschiebung nach der Eiweiß- oder Fettseite hin ziemlich regellos war.

Die Injektionen der Partigene erfolgten täglich, und zwar intramuskulär in die Interskapulargegend. Irgend welche unangenehmen Nebenwirkungen, abgesehen von geringer Schmerzhaftigkeit der Interskapulargegend, traten auch bei heruntergekommenen Patienten nicht auf. Die Dauer einer Kur betrug im Durchschnitt 4 Wochen. Bei 22 Patienten wurden 2 Kuren gemacht, in 3 Fällen 3 Kuren, die sich in vierwöchentlichen Abständen folgten.

Das Resultat der Behandlung war, daß man in den allermeisten Fällen wohl von einer Besserung sprechen konnte, insofern als die einzelnen größeren Infiltrate und Knötchen schrumpften und eintrockneten

und Ulzera sich zum Teil überhäuteten. Leider machte dann aber meist die Besserung während der zweiten und dritten Kur keine Fortschritte mehr. Damit stimmte überein, daß der Immunitätstiter bei fast sämtlichen Fällen nach der ersten Kur eine Erhöhung erfuhr, dann aber blieb das Niveau nach der zweiten und dritten Kur konstant.

Bei 3 Fällen von zum Teil ganz schweren, zu ulzerösem Zerfall neigenden Lupusfällen, bei denen Pyrogallol und Höhensonne ohne Erfolg gewesen waren, war der Erfolg wirklich befriedigend. In einem dieser Fälle bot die Kranke, bei welcher keinerlei Lokalbehandlung stattgefunden hatte, das Bild völliger Heilung dar.

Auf Grund der vorliegenden Resultate läßt sich sagen, daß die Partigentherapie eine weitere Prüfung von seiten der Dermatologen verdient.

(Nach Ansicht des Ref. dürfte die Kombination dieser Methode mit der Licht- und Röntgentherapie aussichtsreicher sein.) *H. M.*

Dr. Bessunger. Ein neuer Weg zur Lupusheilung (Chemotherapie des Lupus mit röntgenisierten Jodsubstanzen). Aus der Dermatol. Abteilung der Städtischen Krankenanstalten in Elberfeld (Chefarzt: Prof. Hübner). D. med. Woch. 1918, Nr. 39, S. 1076.

Ausgehend von der bekannten Tatsache, daß unter Lichtwirkung sowie auch durch Einwirkung von Röntgenstrahlen aus wässerigen Jodverbindungen (Jodkali, Jothion usw.) Jod abgespalten wird, versucht der Autor, durch Einreibung eines Jodpräparates in den Lupusherd und darauf folgende Röntgenbestrahlung Jod im Gewebe in Freiheit zu setzen und so auf die Hauttuberkulose zur Einwirkung zu bringen. Das Verfahren war im einzelnen das folgende:

Man erweicht zuerst mit Salizylvaseline die Krusten und Borken des Krankheitsherdes. Danach gibt man dem Kranken einen Tag vor der Bestrahlung innerlich 2 g Jodolyt und massiert am nächsten Tage ($^1/_2$ Stunde lang) Jothion oder Jodolytester-Azetonöl auf der kranken Stelle ein. Darauf wird die Bestrahlung vorgenommen, und zwar mit eines Dosis 30 X unter 3 mm Aluminiumfilter. Bei den ulzero-krustösen Formen tritt wenige Stunden danach eine Rötung und starke Schwellung der bestrahlten Stelle ein, nach wenigen Tagen kommt es zur Ulzeration der ganzen Partie, die sich schnell unter feuchten Verbänden reinigt und unter Salbenverbänden abheilt. Bleiben dann noch Lupusreste übrig, so wird das Verfahren wiederholt. Von den ulzero-krustösen Formen kamen fünf Fälle (bei einem Material von 60 Lupuskranken) mit etwa 90 X und 3 mm Aluminiumfilter zur Ausheilung, die übrigen wurden wesentlich gebessert. Die squamösen Formen, die auf die Behandlung gewöhnlich nur mit einem schwachen Erythem reagieren, sind hartnäckiger und bedürfen einer längeren Behandlungsdauer: im Durchschnitt 120—150 X. *H. M.*

Oberarzt Dr. G. Weill. Die Bedeutung des Kaliumpermanganats für die Lupusbehandlung bei Kriegsteilnehmern. Aus der Station für Hautkranke des Festungslazaretts Germersheim. Derm. Woch. 1917, Nr. 16, S. 378.

Der Autor empfielt das Kaliumpermanganat als ein einfach anzuwendendes, den übrigen Ätzmitteln an Sicherheit und rascher Wirkung weit übertreffendes, elektiv wirkendes Lupusheilmittel.

Bezüglich der Technik ist folgendes zu bemerken: Die Voraussetzung für die Anwendung des Mittels ist das Vorhandensein einer nässenden Oberfläche. Wo diese fehlt, ist Vorbehandlung mit einer Ätzsalbe (z. B. 25% Pyrogallol-Salizylsäure-Kreosot-Vaseline) für einige Tage notwendig. Dann wird Permanganat in Substanz dick aufgestreut. Abdeckung der gesunden Haut mit rings um den Herd mit Mastisol aufgeklebten Wattebausch ist erforderlich, damit sich die Krystalle auch am Rand genügend anhäufen. Darauf trockener, fest komprimierender Verband. Bei empfindlichen Patienten ist es zweckmäßig, die jetzt folgende heftige Schmerzperiode von einigen Stunden durch vorhergehende Anästhesierung mit Umschlägen von 10% Kokainlösung und Morphiuminjektion zu lindern. Am nächsten Tag Verbandwechsel, bei dem eine zusammenhängende Braunsteinplatte sichtbar wird. Nun folgen feuchte Verbände mit Bleiwassersublimatlösung 1‰, wobei der Braunstein langsam abbröckelt und die nekrotischen Gewebsfetzen entfernt werden. Nach erfolgter Abstoßung, die etwa 3—5 Tage beansprucht, liegt eine hellrote, schön granulierende Fläche vor, aus der unter Schonung des gesunden das morsche kranke Gewebe ausgefallen ist. Für die jetzt unter fortgesetzten Dunstverbänden einsetzende Überhäutung sind 2—4 Monate erforderlich. Eventuell noch restierende Knötchen können dann einzeln geätzt werden (z. B. mit roher Salzsäure oder Milchsäure). Bei größeren und tiefergehenden Herden ist es sicherer, an die erste Ätzung mit Permanganat gleich eine zweite anzuschließen. Die bei der Behandlung erzielte Narbe ist weich und widerstandsfähig. *H. M.*

Dr. P. Wichmann, Hamburg. Die Diagnose der Hauttuberkulose durch Vergleichung der im Krankheitsherd und in der Normalhaut angestellten Intrakutaninjektionen. Aus der Lupusheilstätte Hamburg. Derm. Woch. 1917, Nr. 38, S. 887.

Da erfahrungsgemäß weder die Konjunktivalreaktion, noch die Morosche perkutane Salbenreaktion, die Pirquetsche Kutanreaktion und die nach Ponndorf vorgenommene kutane Tuberkulinimpfung bei positivem Ausfall einen Beweis für die tuberkulöse Natur eines Hautherdes abgeben können, da ja hieraus nur zu entnehmen, daß der Träger irgendwie einmal mit Tuberkulose in Berührung gekommen ist, so machte Wichmann den Versuch, durch die Beobachtung gradueller Differenzen der im Krankheitsherde und in der Normalhaut ausgeführten Reaktionen die Tuberkulose eines Hautherdes festzustellen. Diesem Versuch liegt die Überlegung zu Grunde, daß selbst bei gleichzeitig vorhandener innerer Tuberkulose der tuberkulöse Hautherd immer mehr Antikörper enthält als die Normalhaut. Ob also eine innere Tuberkulose vorhanden ist oder nicht, auf eine der Normalhaut und dem Krankheitsherde zugeführte Menge Tuberkulin muß der letztere eben wegen seines höheren Antikörpergehaltes mit einer stärkeren Reaktion antworten. Die selbstverständliche Voraussetzung für die richtige Beurteilung ist natürlich, daß bei der Normalhaut und dem Krankheitsherd genau dieselbe Dosis zur Anwendung kommt und da dieses bei der Moroschen und Pirquet-Reaktion nicht gewährleistet werden kann, so wählte Wichmann die Methode der intrakutanen Injektion. Hier kann die Injektion

jedesmal in gleicher Dosis, die in gleicher Menge Flüssigkeit ist, verabreicht werden, und zwar werden bei Erwachsenen im allgemeinen je $^1/_{10}$—$^1/_{100}$ mg Alttuberkulin (Höchst- oder Behring-Werke), gelöst in je 0,1 ccm physiologischer Kochsalzlösung, in Krankheitsherd und Normalhaut intrakutan injiziert (bei Kindern $^1/_{100}$—$^1/_{1000}$ mg Alttuberkulin).

Wenn der Krankheitsherd bei gleicher Beschickung deutlich stärker reagiert als die Normalhaut ist die Diagnose Tuberkulose des Herdes zulässig. Allerdings erscheinen hier verschiedene Einschränkungen notwendig. Einmal werden Herde mit starker Vaskularisation stärker als die umgebende Haut reagieren können, weil das injizierte Tuberkulin infolge der reichlichen Gefäßverteilung intensiver auf das Gewebe einwirkt. Der Herd verhält sich also so, als ob er mehr Tuberkulin als die Normalhaut bekommen hätte. Man wird also bei derartigen Vorkommnissen abzuwägen haben und nötigenfalls die Normalhaut mit größerer Dosis versehen. Auch ist der Tatsache, daß Tuberkulin an sich schon ein Trauma darstellt, Rechnung zu tragen. Empfindliche, leicht verletzbare Krankheitsherde werden also gegenüber der weniger empfindlichen Umgebung durch ein Trauma leichter in Entzündungszustand geraten. Auch diese Tatsache kann zu Täuschungen Anlaß geben.

Reagiert nun der Krankheitsherd schwächer als die Normalhaut oder im Vergleich zu derselben negativ, so ist das an sich noch kein absolut sicherer Beweis gegen Tuberkulose des Herdes. Man wird sich erst in jedem Falle vergewissern müssen, ob dieser schwächere oder negative Ausfall der Reaktion nicht etwa durch narbige, Zirkulation erschwerende Veränderungen im Herde bedingt ist.

Was nun die Beurteilung der Zuverlässigkeit der Methode anlangt, so zeigte es sich, daß bei 28 Fällen, die mit Ausnahme von 2 Fällen klinisch und histologisch sicher nachweisbaren Lupus betrafen, 20 mal die Reaktion positiv ausfiel, indem die stärkere Reaktion im Krankheitsherd dessen tuberkulöse Natur erwies. In 4 Fällen verhinderte Narbenbildung die genügende Einwirkung des Tuberkulins; in 4 weiteren fand keine nachweislich gesteigerte Antikörperbildung statt, die Reaktion war daher negativ. Bemerkenswert ist, daß in 2 Fällen von atypischer Tuberkulose bzw. Mischinfektion von Tuberkulose und Syphilis die Natur der Erkrankung durch die Reaktion erst offenbar wurde.

Von besonderem Interesse war die Anwendung der Methode bei 10 Fällen von Lupus erythematodes. Man durfte erwarten, daß die Reaktion hier einen wertvollen Beitrag zur Frage der tuberkulösen Natur des Erythematodes liefern würde. In der Tat war das der Fall: von den 10 Fällen ergab die Reaktion in 8 Fällen die tuberkulöse Natur der Herde.

Schließlich wurden noch 6 Fälle von Exanthemen der Tuberkulose untersucht (Tuberkulide). Sie gaben sämtlich im Krankheitsherd stärkeren Ausschlag als in der normalen Haut. Hervorzuheben ist, daß mit Hilfe der Reaktion das sehr seltene Krankheitsbild des Angiolupoids (Brocq und Pautrier) sowie das Granuloma annullare (Radcliffe Crocker) als zur Tuberkulose gehörig erkannt wurde. *H. M.*

Dr. P. Wichmann. Ulzeröse Schleimhauttuberkulose der Nase mit Übergreifen der Ulzeration auf die Haut. Aus der Lupusheilstätte zu Hamburg. Derm. Woch. 1917, Nr. 38. S. 901.

Der Autor berichtet über einen Fall von Lupus mit großer tuberkulöser Ulzeration der Nasenschleimhaut mit konsekutivem Übergreifen des geschwürigen Prozesses auf die Haut. Der vordere Teil der Nase flottierte als geschwüriger Zapfen in die Nasenhöhle hinein, deren Inneres einen geschwürig zerfallenden Krater bildete von mißfarbenem Aussehen und mit jauchiger Sekretion. Das Septum war bis auf geringe Reste in einer Tiefe von 4 cm vollständig zerstört.

Das Bemerkenswerte und Seltene an diesem Falle war, daß diese äußerst aktive Hauttuberkulose bei einem kräftigen, sonst ganz gesunden Manne auftrat und die einzige Erscheinungsform der tuberkulösen Infektion bei ihm darstellte. *H. M.*

Dr. Thedering, Oldenburg. Soziale Lupusfürsorge. Tub.-Fürs.-Bl. 1918, Nr. 3, S. 25.

Der Lupus erwächst aus skrophulösen und tuberkulösen Erkrankungszuständen des jugendlichen Alters, und zwar des ersten Lebensjahrzehnts. Gewöhnlich ist die Entstehung ein fast schematisch sich wiederholender Vorgang: Tuberkulöse Eltern, skrophulöse Kinder. Die Kinder haben ein wässeriges, gedunsenes, blutarmes Aussehen, ewig sind die Schleimhäute der Augen, der Nase, des Rachens entzündet, die Drüsen am Halse geschwollen. Auf der Haut entwickeln sich chronische mit Recht als „skrophulös“ bezeichnete Ausschläge. Auf diesem Boden entsteht der Lupus. Entweder entwickelt sich auf der Nasenschleimhaut der erste Lupusherd oder die geschwollenen Drüsen am Halse brechen durch und an der Durchbruchsstelle entsteht in der Haut der Lupus. Von Jahr zu Jahr verschlimmert sich der Zustand, bis endlich nach Jahren und Jahrzehnten das vollentwickelte Bild der Hauttuberkulose vor unseren Augen steht.

Daraus folgt, daß wir uns der skrophulösen Jugend annehmen müssen, wenn wir den Lupus als Volkskrankheit wirksam bekämpfen wollen. Denn die Erfahrung lehrt, daß die Skrophulose der Jugend und mit ihr der entstehende Lupus relativ leicht geheilt werden durch Verpflanzung der Kinder in gesunde Verhältnisse, wo Luft und vor allem genügend Licht auf das Kind einwirken kann.

Dreierlei tut also dringend not:

1. Die öffentliche Tuberkulosefürsorge muß auf die skrophulöse Jugend ausgedehnt werden. Dieser Aufgabe darf sich das Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose nicht entziehen. Das Volk muß durch die Presse auf die Bedeutung der Skrophulose und die Möglichkeit ihrer Heilung aufgeklärt werden. Von der Skrophulosefürsorgestelle müssen die Kinder geeigneter Behandlung zugeführt werden.

2. Als erster Grundsatz der Skrophulose-Fürsorge muß die Verpflanzung skrophulöser Kinder in gesunde Verhältnisse gelten (Kinderkrankenhäuser), da die Erfahrung lehrt, daß in vielen Fällen die

ungesunden Zustände des Elternhauses die Möglichkeit einer Heilung nicht bieten (elterliche Tuberkulose, Armut, Wohnungsnot).

3. Die als vorläufig geheilt entlassenen Kinder bedürfen jahrelang der Überwachung der Fürsorgestelle. Von Wichtigkeit ist nach der Heilung in vielen Fällen die Vermittlung von Stellen, wo die betreffenden Kinder den gesundheitlichen Gefahren des Elternhauses entzogen sind und sich gesunder Pflege erfreuen (Landstellen).

Da bereits ein Netz von mehr als zweitausend Tuberkulose-Fürsorgestellen über das Reich ausgebreitet ist, kann die Skrophulosefürsorge unschwer mit dieser Einrichtung verknüpft werden. *H. M.*

Oberarzt Dr. Zahner. Die Prinzregent Luitpold-Kinderheilstätte bei Scheidegg im Allgäu. Tub.-Fürs.-Bl. 1917, Nr. 7, S. 73.

Dem Bayrischen Landesverband zur Bekämpfung der Tuberkulose verdankt es Bayern, daß es mit an erster Stelle in dem Kampfe gegen die Tuberkulose steht und daß es mit Heilstätten für Erwachsene gut versorgt ist. Jedoch war für die schwer erkrankten und die schwer bedrohten Kinder bisher noch keine Heilstätte zur Verfügung, die den Kranken das ganze Jahr hindurch die nötige zur Heilung führende Kur ermöglichte.

Nachdem zum 90. Geburtstage des Prinzregenten Luitpold 500000 Mark zur Errichtung einer Heilstätte für tuberkulöse Kinder aufgebracht waren, konnte dem Plane, eine solche Stätte zu gründen, näher getreten werden und am 27. Mai 1916 wurde die Anstalt vollendet und dem Betrieb übergeben.

Die Heilstätte liegt in fast 1000 m Höhe auf dem sich von Röthenbach bei Lindau nach dem Pfänder über Bregenz erstreckenden Höhenrücken in Oberschwenden bei Scheidegg, am Waldrand nach Osten und Süden offen, gegen Norden und Nordwesten durch Hochwald und durch den das Gebäude ca. 60 m überragenden Höhenrücken gedeckt.

Bei dem Bau wurde in erster Linie der modernen Behandlungsweise der Tuberkulose des Kindesalters: der Heliotherapie Rechnung getragen und zur Durchführung der Sonnenkuren im Sinne Rolliers wurden durchlaufende breite offene Terrassen vor den Zimmern in jedem Stock angeordnet. Damit die Kinder in den Betten möglichst rasch in die Sonne gebracht werden können, haben die Zimmer nach der vorgelegten Terrasse zu breite Glastüren, die so angeordnet sind, daß bei ungünstiger Witterung immer 2 Betten in die Türöffnung gestellt werden können und hierdurch ein gleichzeitiger Ersatz für gedeckte Liegehallen erreicht ist.

Die Krankenabteilungen sind in 2 Gruppen gesondert, und zwar 1. Stock für geschlossene Tuberkulosen und Skrophulose und 2. Stock für offene und chirurgische Tuberkulose (insgesamt 120 Betten). Für die Kriegszeit war bisher die 1. Abteilung zur Aufnahme von lungenkranken und an chirurgischer Tuberkulose erkrankten Soldaten zur Verfügung gestellt und für Kinder nur die Abteilung für offene und chirurgische Tuberkulose in Betrieb. In beiden Abteilungen waren die Heilerfolge sehr zufriedenstellend und die starke Belegung der Anstalt

beweist, wie sehr sie als erste und einzige Heilstätte in solcher Höhenlage in Deutschland dem dringenden Bedürfnis entspricht. *H. M.*

Prof. Dr. Gräfin von Linden, Bonn. Erfüllt das Kupfer die Forderungen eines spezifisch wirkenden chemotherapeutischen Heilmittels gegen Tuberkulose? Berl. kl. Woch. 1918, Nr. 13, S. 298.

In der Sitzung des Lupusausschusses während der 21. Generalversammlung des „Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose“ wurde von Arthur Strauß in seinem Vortrage über die Chemotherapie des Lupus (vgl. die Originalarbeiten von Strauß über dieses Thema in der „Strahlentherapie“) der Standpunkt vertreten, daß die Erfahrungen bei der Behandlung der Haut- und chirurgischen Tuberkulose mit Kupfersalzen die Annahme einer Spezifität der Kupferwirkung auf die Tuberkulose gerechtfertigt erscheinen ließen. Dem traten Lesser und Wichmann entgegen, welche ausführten, daß das Kupfer bei der Lupusbehandlung nur die Rolle eines elektiv wirkenden Ätzmittels spiele und daß der Beweis für die Behauptung, das Mittel wirke spezifisch, nicht erbracht sei.

Demgegenüber macht nun Gräfin Linden geltend, daß sie in durchaus einwandfreier Weise gezeigt habe, daß das Kupfer bei der experimentellen Tuberkulose Wirkungen entfaltet, die nach den Anschauungen Ehrlichs denjenigen eines spezifisch wirkenden Arzneimittels entsprechen. Zunächst ist erwiesen, daß das Kupfer in geeigneter Lösung und bei genügend langer Einwirkungsdauer im Reagenzglas abtötend auf den Tuberkelbazillus einwirkt, jedenfalls ihn so sehr schwächt, daß er sich, in den Tierkörper eingeführt, avirulent zeigt. Es besitzt also eine ausgesprochene bakterizide Wirkung auf den Tuberkelbazillus.

Weiter kann eine durch Kupfer ausgelöste Schutzwirkung gegen die tuberkulöse Infektion beobachtet werden: Wenn man nämlich Kaninchen mit Kupfer vorbehandelt und nach einiger Zeit mit Tuberkelbazillen (Typus bovinus) infiziert, so wird der Ausbruch der Tuberkulose beim Tier in sehr auffälliger Weise bis zu 30 Wochen verzögert und das Leben der Tiere gegenüber den Kontrollen um viele Monate (bis zu $1^1/_2$ Jahr) verlängert.

In ganz ähnlicher Weise beeinflußt das Kupfer den Verlauf der Tiertuberkulose, wenn die Behandlung der Tiere nach der Infektion erfolgt. Das Ergebnis verschiedener Versuchsreihen war hier, daß bei 50% der mit größeren Dosen Kupfersalz behandelten Meerschweinchen ein Stillstand der Erkrankung in frühen Stadien der Infektion erreicht wurde. Man findet bei den Tieren nur noch vereinzelt stehende Tuberkelknoten, aus denen die Tuberkelbazillen verschwunden sowie die Riesenzellen zerfallen und resorbiert sind, und in denen die Wucherung des Bindegewebes den fibrösen Umwandlungsprozeß im Sinn der Heilung erkennen läßt.

Zusammenfassend kann man sagen, daß das Kupfer den Forderungen eines spezifisch wirkenden Heilmittels dem Tuberkelbazillus und den tuberkulösen Erkrankungen gegenüber genau so entspricht wie das Salvarsan gegenüber den Spirillen und Spirochäten und den von diesen hervorgerufenen Erkrankungen. *H. M.*

Adolf Feldt, Frankfurt a. M. „Krysolgan", ein neues Goldpräparat. Berl. kl. Woch. 1917, Nr. 46, S. 1111.

Adolf Feldt, Frankfurt a. M. Die spezifische Behandlung ansteckender Krankheiten, insbesondere der Tuberkulose. Berl. kl. Woch. 1918, Nr. 10, S. 229.

Der Autor hat zur spezifischen Behandlung der Tuberkulose das Natronsalz einer komplexen aromatischen Goldsäure (4-Amino-2-auro-phenol-1-carbonsäure) dargestellt, das „Krysolgan", mit dem auch — namentlich von Wichmann — an Hauttuberkulösen Versuche angestellt sind.

Der Autor berichtet in recht interessanten Ausführungen über die Theorie der Goldwirkung auf das tuberkulöse Gewebe. Eine „Therapia sterilisans magna" in der Chemotherapie der Tuberkulose aufzustellen, ist unmöglich, da es im Gegensatz zur Lues eine absolute Heilung der Tuberkulose nicht gibt, wenn man die Heilung der Befreiung des befallenen Organismus von Krankheitserregern gleichsetzt. Auch die spontane Heilung der Tuberkulose erfolgt nicht, jedenfalls nicht notwendig unter Abtötung der Bazillen, sondern sie läuft darauf hinaus, durch eine gesetzmäßige Reihenfolge von histologischen Abwehrvorgängen, nämlich Produktion von tuberkulösem Gewebe und Übergang in narbiges Bindegewebe, den Erreger durch bindegewebige Abkapselung unschädlich zu machen.

Die Aufgabe des Therapeuten muß also in erster Linie darauf gerichtet sein, diese Abwehrvorgänge anzuregen, d. h. den Kranken zur Bildung von genügenden Schutzkräften, d. h. Antikörpern, zu befähigen.

Die Goldwirkung scheint nun auf einer Anregung der Schutzkörperbildung bei der Tuberkulose zu beruhen. Nur diejenigen Fälle tuberkulöser Erkrankung gelangen zur Ausheilung, in denen noch eine ausreichende Bildung an Immunkörpern stattfindet, was sich bei der Goldinjektion durch Auftreten einer typischen Herdreaktion ähnlich der Tuberkulinreaktion manifestiert. Liegt eine Insuffizienz der Antikörperbildung bei dem Kranken vor — ein von Pirquet als Anergie bezeichneter Zustand —, so kommt es nicht zur Ausheilung. Es sind das jene Fälle von Tuberkulose, die auf Tuberkulin nicht mit Temperaturanstieg, sondern eher mit einer ominösen Senkungszacke und nicht mit örtlicher Entzündung reagieren. Bei Allgemeinbestrahlungen mit Ultraviolett pigmentieren sie nicht und lassen in extremen Fällen jede Heilungstendenz vermissen. Diese Fälle reagieren auch nicht auf Goldinjektion — es liegt also ein Zustand allgemeiner Reaktionsunfähigkeit vor. Durch kleine Dosen Gold und konsequente Lichtbehandlung gelingt es bisweilen, die Schutzkörperbildung noch so weit anzuregen, daß eine Wendung zur Heilung erzielt wird.

Recht interessant ist die Anschauung des Autors, daß die Wirkung des Goldes und der strahlenden Energie bei Tuberkulose auf die gleichen chemisch-physikalischen Vorgänge zurückzuführen sind: beide beruhen auf einer Steigerung der Oxydationsvorgänge, und es ist anzunehmen, daß bei kombinierter Anwendung der beiden Heilfaktoren die Heilwirkung infolge ihrer gleichgerichteten chemischen Tendenz am intensivsten zum Ausdruck kommen wird. *H. M.*

Bekämpfung und Behandlung des Krebses.

Ferdinand Blumenthal. Das Problem der Bösartigkeit beim Krebs. Aus dem Universitätsinstitut f. Krebsforschung an der Kgl. Charité. Dt. med. Woch. 1918, Nr. 33, S. 899.

Für die Frage, woher die Krebszelle ihre Bösartigkeit hat, kommen nur die Anschauungen in Frage, welche die Abstammung der bösartigen Zellen aus den eigenen Körperzellen zur Voraussetzung haben. Die Umwandlung der Krebszellen aus den Gewebszellen geht auf eine durchgreifende Änderung ihrer biologischen Eigenschaften zurück.

Die Kardinalfrage ist nun die, worauf beruht diese Änderung der Biologie der Krebszelle, insbesondere wie kommt es nicht nur zum schrankenlosen, sondern auch zum destruierenden Wachstum der Zellen, warum sind die nunmehr wachsenden Zellen mit der enormen Transplantationsfähigkeit begabt, die die Metastasenbildung bedingt, warum führen sie zur allgemeinen Verelendung des Kranken, die wir als Krebskachexie bezeichnen — kurz worauf beruht die Malignität der Krebszellen?

Was zunächst die Krebskachexie anlangt (eine Erscheinung, die bei der Strahlentherapie bezüglich der Prognose des Falles bekanntlich eine hervorragende Rolle spielt), so kann sie lange fehlen, in manchen Fällen wiederum sehr frühzeitig auftreten. Die Erklärung, daß sie etwas sekundäres sei und die Folge von Funktionsstörungen der Organe, von chronischen Blutungen aus den zur Ulzeration neigenden Tumoren, von Infektionen, von Störungen der Nahrungsaufnahme usw., reicht zur Erklärung aller Fälle von Krebskachexie keineswegs aus, insbesondere nicht der frühzeitig bei bestimmten kleinen, z. B. Magengeschwülsten auftretenden Kachexie. Hier hat die chemisch-biologische Untersuchung Aufklärung gebracht.

Es konnte gezeigt werden, daß wichtige, in den normalen Geweben sich abspielende Fermentwirkungen in vielen Krebsgeschwülsten eine Abweichung aufweisen. Das wurde zunächst festgestellt für die Autolyse, die nicht nur beim Krebsgewebe gegenüber normalem Gewebe gesteigert ist, sondern die auch insofern eine Abartung aufweist, als nicht nur das Eiweiß des eigenen Organs, also Krebseiweiß durch das autolytische Krebsferment abgebaut wird, sondern auch das Eiweiß anderer Gewebe, z. B. von Lunge und Leber. Dabei ist der Abbau atypisch. Das gleiche wurde von Abderhalden und seinen Mitarbeitern für die peptolytischen Fermente nachgewiesen. Sehr interessant waren ferner die Untersuchungen von Neuberg und Hans Fischer, die fanden, daß im karzinomatösen Magen die Eiweißspaltung infolge einer besonderen Fermentwirkung, die von der ulzerierten Oberfläche der Geschwulst in den Mageninhalt gelangt, in atypischer Weise vor sich geht. Auch abnorme Kohlehydrat- und Fettspaltungen wurden festgestellt.

Aus diesen und anderen Untersuchungen läßt sich der Schluß ziehen, daß eine abnorme Tätigkeit der Krebszellen vorliegt, die auf einer Abartung der in den normalen Geweben vorhandenen enzymatischen Eigenschaften beruht.

Von Bedeutung ist nun aber, daß der Nachweis sich erbringen ließ, daß diese anormale Fermentwirkung sich von den Geschwülsten aus im

Organismus weiterverbreitete. Sowohl für die proteolytischen und peptolytischen Krebsfermente als auch für die fettspaltenden Enzyme konnte gezeigt werden, daß auch in den Organen eines Krebskranken, in denen überhaupt keine Krebsgeschwülste nachzuweisen waren, die von einer entfernten Krebsgeschwulst ausgehende Beeinflussung der Fermentwirkung ganz in dem Sinne, wie sie in der Krebsgeschwulst selbst vorhanden war, auftrat. Wenn wir auch erst am Anfang des Einblicks in die feineren chemischen Vorgänge stehen, die sich in der Krebsgeschwulst und in den Organen der Krebskranken abspielen, so werfen die Untersuchungen doch ein Licht auf die Art der Stoffwechselstörungen bei der Krebskrankheit. Die Abartung der fermentativen Eigenschaften der Geschwülste führen zu einem atypischen Abbau der Eiweißkörper und der übrigen Baustoffe der Krebszelle, diese führt zu einer Störung der oxydativen Vorgänge im Organismus, wodurch wiederum eine Änderung der normalen Blutmischung bedingt wird, und indem so eine Störung die andere nach sich zieht, kommt es schließlich zu einer Potenzierung der Schädigungen, die das klinische Bild der Krebskachexie ausmachen. Der Annahme eines besonderen Giftstoffes zur Erklärung derselben bedarf es nicht.

Die Tatsache, daß die proteolytischen und peptolytischen Fermente das Eiweiß anderer Organe anzugreifen vermögen, kann auch zur Erklärung des infiltrativen Wachstums der Krebse sowie auch der Metastasenbildung bösartiger Geschwülste herangezogen werden. Es wird durch die Fermentwirkung an entfernten Orten ein Locus minoris resistentiae geschaffen, wodurch die Geschwulstzellen an dieser Stelle haften können.

Die Natur hat den Organismus nicht ohne jeden Schutz gegen den Krebs gelassen. Der Körper verfügt über Hemmungsstoffe gegen die Krebsfermente, und zwischen diesen spielt sich namentlich im Beginn der Erkrankung der Kampf mit den Krebszellen ab. So konnte der Autor z. B. feststellen, daß das Pankreasgewebe außerordentlich leicht Krebszellen verdaut und zerstört. Ferner enthält die gesamte Leber ein Ferment, das bösartige Geschwülste zerstört, dagegen in der Leber an Krebs verstorbener Menschen und Tiere fehlt. Das gleiche wurde im Blut festgestellt.

Diese Ergebnisse zeigen, daß die Krebsbildung innerhalb des Organismus präformierte Schutzeinrichtungen zu überwinden hat. Aber auch spezifische Abwehrstoffe kann der Organismus gegen das Krebswachstum bilden, insbesondere ist dies für die in der Milz und im Blut während der Krebskrankheit auftretende Zytolysine (Abbaufermente) festgestellt. Daß auch histologisch sich der Kampf der Krebszellen mit dem Gewebe beobachten läßt, hat vor allem Orth gezeigt, indem er in den verschiedensten Krebsgeschwülsten neben Stellen des frischesten Wachstums andere nachwies, an denen unzweifelhafte Heilungsvorgänge vorhanden waren.

Bei der Krebserkrankung sind zwei Stadien zu unterscheiden: Der Werdegang der Organzelle zur malignen Tumorzelle bildet das präkarzinomatöse oder ätiologische Stadium. Die ätiologische Vielheit läßt belebte und unbelebte Ursachen zu. Ist die Noxe ein Parasit, so ist die

präkarzinomatöse Krankheit eine parasitäre Krankheit; ist sie ein chemischer Körper, eine durch diesen charakterisierte Entzündung; sind es Röntgenstrahlen, so ist das präkarzinomatöse Stadium gebildet durch den den Röntgenverbrennungen eigenen ulzerativen Prozeß. In dem zweiten Stadium, in dem wir die maligne Geschwulst als solche fertig vor uns haben, ist die bösartige Geschwulstzelle, mit selbständigen Eigenschaften begabt, selbst als ein Parasit anzusehen, und der Verlauf der Geschwulstkrankheit zeigt in vielen Eigenschaften sich durchaus ähnlich dem Verlauf einer Parasitenkrankheit. Diese Ähnlichkeit hat zu der Anschauung geführt, den Krebs ätiologisch als eine Infektionskrankheit anzusehen, und daß solche Anschauungen auch heute noch geäußert werden, ist nicht wunderbar. Es bedarf eben erst eines Wechsels in unseren Vorstellungen, um zu erkennen, daß auch Organzellen, die als solche keine parasitären Eigenschaften besitzen, diese durch Abartung ihres Stoffwechsels erreichen können.

H. M.

Prof. Dr. Blumenthal. Bericht über die Tätigkeit des Universitätsinstituts für Krebsforschung an der Kgl. Charité in Berlin. Die Neuorganisation des Instituts. Zt. f. Krebsf. Bd. 16, Heft 1, S. 1.

Der Autor, welcher im Jahre 1915 mit der Leitung des Berliner Universitätsinstitutes für Krebsforschung beauftragt wurde, hielt es für richtig, die Aufgaben des Instituts, namentlich auch in therapeutischer Hinsicht, nicht wie bisher in einer bestimmten Richtung, nämlich auf die Chemotherapie, festzulegen, sondern alle Heilbestrebungen in den Kreis der Forschung einzubeziehen. Das war um so mehr nötig, als sich bei der Einrichtung von Sprechstunden für Krebskranke, welche bei der Neuorganisation des Institutes eingeführt wurden, herausstellte, daß ein nicht geringer Teil der Krebskranken in einem unglaublich verwahrlosten Zustand ihrer Krankheit dort sich einfanden. Sowohl auf dem Lande wie auch in der Großstadt ist es um die Versorgung der Krebskranken vielfach noch trostlos bestellt. Die inoperablen Fälle sind sehr schwer in den Spitälern unterzubringen. Sie kommen von einer Poliklinik in die andere und landen schließlich beim Kurpfuscher. Von diesem kommt dann wieder ein großer Teil in das Krebsinstitut in der Hoffnung, daß dieses besonders für die Behandlung der Krankheit eingerichtet sei. Diese Hoffnung zu erfüllen war Blumenthal bestrebt durch Pflege aller nichtoperativen Methoden, die für die Behandlung der Krebskrankheit in Betracht kommen können. Zu diesen gehört in erster Linie die physikalische Therapie.

Infolge des Andranges von Patienten (40 jeden Tag) wurden drei Apparate für Tiefenbestrahlungen installiert, und zwar ein Apex-Apparat der Firma Reiniger, Gebbert und Schall, sowie zwei Triplex-Apparate der Firma Siemens & Halske. Als Röhren kamen Sicderöhren von C. F. H. Müller zur Verwendung; in letzter Zeit sind auch zwei Coolidge-Röntgenröhren (Veifa und Siemens) im Betrieb. Ferner steht ein Hochfrequenzapparat, Höhensonne, Diathermie (Reiniger), Quarzlampe zur Verfügung.

Die Radiumbehandlung wurde nicht im Institut vorgenommen, sondern die Krebskranken wurden einem Privatinstitut zur Behandlung überwiesen.

Neben der Strahlentherapie gelangten die chemischen und immuno-therapeutischen Heilmethoden in ausgedehntem Maße zur Anwendung.

Von wesentlicher Bedeutung für die Aufgaben des Instituts war die Zusammenarbeit mit den vom Deutschen Zentralkomitee zur Erforschung und Bekämpfung des Krebses (Vorsitzender: Geheimrat Orth) eingerichteten Fürsorgestellen für Krebskranke. *H. M.*

Dr. J. Tugendreich. Die Abteilung für physikalische Behandlungsmethoden im Universitätsinstitut für Krebsforschung in Berlin. Ztschr. f. Krebsf. Bd. 16, Heft 1, S. 13.

In dem zum Bericht stehenden Zeitraum (1915—16) wurden 230 Krebskranke mit Röntgenstrahlen vom Autor behandelt. Fast die Hälfte aller dieser Patienten waren Frauen mit Mammakarzinom, die übrigen litten an inoperablen bösartigen Geschwülsten der verschiedensten Organe (Milz, Drüsen, Mediastinum, Magen, Darm, Kopf, Gesicht, Lippen, Rektum, Zunge, Kehlkopf, Oesophagus, Blase, Uterus, Vagina, Knochen, Muskeln), sowie an postoperativen Rezidiven.

Die Brustkrebse verteilten sich in folgender Weise:

70 Fälle von postoperativen Rezidiven und Metastasen,
19 „ „ inoperablen Karzinomen,
9 „ „ noch operablen Karzinomen,
98 Fälle. Dazu kommen noch
7 „ von postoperativen prophylaktischen Bestrahlungen.
insgesamt 105 Fälle von Brustkrebs.

Mit Ausnahme der wenigen Patienten mit anscheinend noch operablem Mammakarzinom, die sich trotz Zuredens nicht operieren lassen wollten, befanden sich alle übrigen Patienten in einem sehr stark fortgeschrittenem Stadium der Erkrankung. In vielen Fällen bestanden neben den primären Geschwülsten mehr oder weniger ausgedehnte klinisch oder röntgenologisch nachweisbare Metastasen.

Die Technik der Bestrahlung war in der Hauptsache folgende. Es wurde Wert gelegt auf eine möglichst intensive und harte Strahlung. Als Filter wurde benutzt 5 mm Aluminium, wodurch eine Strahlenhärte von 3 cm Halbwertschicht (eben noch am Härtemesser Christens ablesbar) resultierte. Bei einer sekundären Stromstärke von 2 Milliampère und einem Antikathoden-Hautabstand von 24—26 cm erhielt man in etwa 15 Minuten eine Oberflächendosis, die hinter 5 mm Aluminium nach Sabouraud gemessen etwa $^1/_3$—$^1/_2$ Volldosis beträgt. Es gelangte die konzentrische Vielfelderbestrahlung zur Anwendung, bei welcher die Felder zu je 5—8 cm Durchmesser gewählt wurden.

Wenn auch bei einem so fortgeschrittenen Krankenmateriale eklatante Heilresultate nicht erwartet werden konnten, so waren doch die Ergebnisse recht beachtenswert. 38 Fälle konnten als vorläufig gebessert bezeichnet werden. Darunter versteht der Autor ein vollständiges Zurückgehen der fühlbaren und sichtbaren Tumoren bei andauerndem subjektiven Wohlbefinden der Patienten. Dieses Resultat ist um so bemerkenswerter, als 97 von den insgesamt 223 bestrahlten Patienten sich der Behandlung

entzogen. Der Prozentsatz der vorläufig Gebesserten unter den 126 genügend Bestrahlten ist demnach 22 %.

Die 38 Fälle, welche von den Erscheinungen ihrer Krankheit völlig befreit werden konnten, verteilen sich folgendermaßen:

20 Mammakarzinome, und zwar
    14 postoperative primäre Rezidive und Metastasen,
    3 inoperable Karzinome,
    2 operable Karzinome,
1 Magentumor,
2 Rektumkarzinome,
2 Zungenkarzinome,
3 Kopf-, Gesicht- und Lippenkrebse,
1 Knochentumor,
10 Milz-Drüsentumoren.

Möglicherweise werden sich nach den Erfahrungen des Autors die Resultate der Strahlentherapie durch Kombination mit geeigneten chemotherapeutischen Agentien noch weiter verbessern lassen. Von den zahlreichen chemischen Präparaten (Arsenikalien, Enzytol usw.) die neben der Röntgenbehandlung appliziert wurden, erwies sich bis jetzt das Atoxyl im Verein mit arseniger Säure als bestes Adjuvans zur günstigen Beeinflussung des Allgemeinbefindens der Karzinomkranken. Verwendet wurde das Arsen-Atoxyl Marke „Silbe“, und zwar stets intravenös. Eine Verstärkung der karzinomzerstörenden Wirkung der Röntgenstrahlen kommt allerdings dem Arsen-Atoxyl ebensowenig zu wie allen anderen bis jetzt erprobten chemischen Agentien.

Diese Beeinflussung des Allgemeinbefindens ist deshalb von großer Bedeutung, weil namentlich dann, wenn die Tumoren durch intensive Bestrahlung rapide weicher und kleiner werden, das Allgemeinbefinden sich manchmal derart verschlechtert, daß von weiteren Bestrahlungen Abstand genommen werden muß. Es handelt sich dabei um Intoxikationserscheinungen, die durch den raschen Zerfall der Geschwülste bedingt sind.

Bemerkenswert ist endlich noch, daß zur Behandlung etwa entstehender Röntgenerytheme oder Röntgenulzera sich das Eucupin in Form einer 2-proz. Salbe nach folgendem Rezept sehr gut bewährt hat:

Rp. Eucupin. bihydrochlor. 2,0
Solv. in Aqu. dest. 50,0
Adde Ol. Olivar. oder Lanolin
Vaselin aa ad 100.

Das Eucupin (J 10 amylhydrokruprein) gehört zu den Chinaalkaloiden und ist durch seine hochgradige anästhesierende Wirkung ausgezeichnet. Daneben entfaltet es auch eine sehr energische bakterizide Wirkung (Streptokokken und Staphylokokken werden durch Eucupin in Verdünnungen von 1 : 40000 noch abgetötet.) Diese beiden Eigenschaften machen das Eucupin auch bei den häufig mit sehr heftigen Schmerzen einhergehenden Ulzerationen der Haut Krebskranker, die durch Perforation der Geschwulst verursacht werden, zu einem wirksamen Heilmittel, das zur Reinigung der häufig sehr übelriechenden Geschwürsflächen und zu einer raschen Überhäutung der ulzerierten Stellen des Krebses führt. *H. M.*

Prof. Dr. Blumenthal. Innere Behandlung der Krebskranken. Bericht über die Tätigkeit im Universitätsinstitut für Krebsforschung. Zt. f. Krebsf. Bd. 16, H. 1, S. 74.

Unter den chemischen und biologischen Behandlungsmethoden des Krebses, die neben der Strahlentherapie zur Anwendung kamen, hat sich die Arsenbehandlung am besten bewährt, da das Arsen entschieden der Resorptionskachexie entgegenarbeitet, welche die erfolgreiche Röntgentherapie manchmal mit sich bringt.

Verwandt wurde hauptsächlich die unter dem Namen „Silbe" in den Handel gebrachte Atoxyl-Arsenkur. 2—3 mal wöchentlich werden 0,1 g Atoxyl in Verbindung mit 0,001 g arsenige Säure, letztere steigend bis auf 0,007 g, intravenös injiziert. Eine schädigende Einwirkung auf den Sehnerven wurde in den $1^1/_2$ Jahren, in denen diese Therapie zur Anwendung kam, niemals gesehen, trotzdem sehr sorgfältig hierauf geachtet wurde. Da täglich 20 solcher Atoxyleinspritzungen gemacht wurden, so ist die Erfahrung auf diesem Gebiete eine große. — In den Fällen, die sich für intravenöse Arsendarreichung nicht zu eignen schienen, wurde ein von Blumenthal angegebener Phosphorarsensyrup „Silbe" mit anscheinend gutem Erfolg gegeben.

Über die übrigen internen Methoden, die in einzelnen Fällen zur Erprobung gelangten: Vakzinetherapie, Autoserotherapie sowie die spezifische Fermenttherapie, Einspritzung von Nebennierenextrakten direkt in den Tumor u. a. m. kann der Autor ein abschließendes Urteil noch nicht abgeben. *H. M.*

Hofrat Dr. A. Theilhaber, München. Die Beeinflussung des Wachstums der Geschwülste durch Veränderung ihrer Blutmenge. Wien. kl. Woch. 1917, Nr. 48, S. 1518.

Der Autor hat, ausgehend von der klinischen Beobachtung, daß die Karzinome immer auf anämischem Boden wachsen, schon seit vielen Jahren bei mehr als hundert Karzinomen zu therapeutischen Zwecken die Hyperämie angewandt. Dabei wurde die von vielen Ärzten angenommene Vermehrung des Wachstums der Krebse infolge der Hyperämisierung niemals beobachtet, dagegen konnte bei der Mehrzahl der Fälle konstatiert werden, daß die Hyperämie die Rückbildung der Karzinome unterstützt: es trat häufig wenigstens für eine Zeit lang eine Verkleinerung der Tumoren, ein Nachlassen der Schmerzen und der Sekretion ein.

Auf Grund dieser Erfahrungen kam der Autor zu der Auffassung, daß auch viele Rückfälle nach Krebsoperationen verursacht oder doch begünstigt sind durch schlechte Blutversorgung, sowie mangelhafte Entwicklung und geringen Zellreichtum des Bindegewebes in der Gegend, wo der primäre Tumor saß und er folgerte daraus, daß die Hyperämisierung dieser Gegend ein Schutzmittel gegen das Auftreten von Rückfällen sein müsse. Die Ergebnisse der Praxis zeigten die Richtigkeit dieser Annahme. Die Zahl der Rezidive nach Krebsoperationen wurde erheblich geringer, seitdem der Autor in periodischen Intervallen die Hyperämisierung des Operationsgebietes ausführte. Zu diesem Zwecke wird die Diathermie benutzt, die vor anderen Methoden (Saugglocke, Heißluft) den Vorzug der Bequemlichkeit und der größeren Wirksamkeit hat.

Die Hyperämisierung wird allerdings bei der Nachbehandlung der operierten Krebse noch mit anderen Heilmitteln kombiniert, und zwar mit der Röntgentherapie sowie mit Injektionen von Organextrakten, die den Zweck haben sollen, Lymphozytose und Leukozytose hervorzurufen, denn die Lymphozyten sind ein Gegengift gegen die Epithelwucherung.

H. M.

Dr. Konjetzny. Spontanheilung beim Karzinom, insbesondere beim Magenkarzinom. Aus der Chirurg. Klinik zu Kiel (Geh.-Rat Anschütz). Mün. med. Woch. 1918, Nr. 11, S. 292.

Beobachtungen partieller Heilungsvorgänge an malignen Geschwülsten sind, abgesehen vom Ulcus rodens, das unter den Hautkarzinomen eine Sonderstellung einnimmt, bisher hauptsächlich von Ribbert an einem Plattenepithelkarzinom der Halsdrüsen erhoben worden. Konjetzny macht jetzt Mitteilung von einem Fall von Magenkarzinom, an dem sich spontane Heilungsvorgänge nachweisen ließen. Es handelte sich um ein Carcinoma fibrosum ventriculi, eine besondere Form des szirrhösen Karzinoms, das durch eine oft enorme Bindegewebsproduktion ausgezeichnet ist. Die Untersuchung des bei der Operation gewonnenen Resektionspräparates ergab, daß der Krebs in seinem bei weitem größten zentralen Anteil hochgradige Degenerationserscheinungen (Verfettung, Vakuolisierung, Kernzerfall usw.) an den Krebszellen bis zum völligen Schwund derselben aufwies, bei Bestehenbleiben des zur Sklerosierung neigenden derben fibrösen Stromas. Es bestanden also wirkliche Heilungsvorgänge des Krebses, die im größten Teil des Tumors das Karzinom beseitigt hatten. Freilich war es nur eine partielle Heilung, da das krebsige Wachstum in der Peripherie unaufhaltsam fortschritt und in dem vorliegenden Fall zur Bildung von Metastasen in den Lymphdrüsen und Ovarien geführt hatte.

Aber es liegen nicht nur Beobachtungen vor, daß der primäre Tumor spontane Heilungsvorgänge aufweisen kann, auch metastatisch verschleppte Krebszellen können spontan vernichtet werden. Untersuchungen von M. B. Schmidt und Lubarsch an Lungen- und Lymphdrüsenmetastasen haben gelehrt, daß manche von diesen metastatisch verschleppten Krebszellen sich gar nicht zu Tochtergeschwülsten entwickeln und zugrunde gehen, bevor sie Boden gefaßt haben, und daß auch bereits seßhaft gewordene Geschwulstemboli noch einer völligen Rückbildung fähig sind, und zwar werden die verschleppten Krebszellen vorwiegend durch das neugebildete Bindegewebe vernichtet oder in Schranken gehalten.

Konjetzny konnte nun den Untergang von Krebszellen noch an einer anderen wichtigen Stelle nachweisen, nämlich im Netz, das im Anschluß an die in der Klinik vorgenommenen Magenkarzinomoperationen bei einer großen Reihe von Fällen systematisch untersucht wurde. Während das Netz noch an einzelnen Stellen lebenskräftige, alle Zeichen reger Proliferation aufweisende Krebszellen enthielt, war an anderen Stellen eine deutliche Auseinandersprengung größerer epithelialer Zellkomplexe durch ein zellreiches plasmazelluläres und lymphozelluläres Granulationsgewebe zu konstatieren, und daneben sah man degenerierte Krebszellen von reichlich entwickeltem älterem Binde-

gewebe eingeschlossen. Es scheint also, daß ein aktives Vordringen des Granulationsgewebes die Hauptrolle bei der Vernichtung der Krebszellen spielt. Die Zellen jugendlicher Fibroblasten drängen sich zwischen die Krebszellen ein, isolieren sie und leiten so ihren degenerativen Zerfall ein.

Interessant war nun, daß in einem Fall von Magenkarzinom, in welchem die eben erwähnten Netzbefunde bei der Operation erhoben werden konnten, bei einer $1^1/_2$ Jahre später wegen einer Lebermetastase vorgenommenen zweiten Operation die mikroskopische Untersuchung keine Spur von Netzmetastasen mehr aufdeckte, obwohl bei der ersten Operation nur ein kleiner Zipfel für die mikroskopische Untersuchung exstirpiert worden war. Der Schluß war also berechtigt, daß die gelegentlich der ersten Untersuchung festgestellten Heilungsvorgänge an den Netzmetastasen ihren weiteren Fortgang bis zum Verschwinden derselben genommen hatten.

Die Tatsache, daß verschleppte Krebszellen zugrunde gehen, ist praktisch — auch für den Strahlentherapeuten — außerordentlich wichtig. Sie beweist, daß der Körper in der ersten Zeit nicht wehrlos gegen eine Dissemination von Krebszellen ist, sondern Abwehrstoffe produziert. Erst dann, wenn eine Paralysierung dieser natürlichen Schutzstoffe, vielleicht durch Stoffe, die der Tumor selbst liefert, eingetreten ist, wird einer ungehinderten Generalisation der Geschwulst die Bahn geebnet.

Aus dieser Annahme heraus ergibt sich die klinisch außerordentlich wichtige und interessante Fragestellung, ob wir imstande sind, bereits vorhandene Metastasen durch Eliminierung der Primärgeschwulst (sei es durch Operation, sei es durch Strahlentherapie) im Sinne einer Wachstumshemmung oder gar so zu beeinflussen, daß sie dem Untergang verfallen. Manches spricht dafür, daß dies im Bereich der Möglichkeit liegt und daß der von der Mehrzahl der Krebszellen und Krebstoxine befreite Körper den Sieg über den Rest der verbliebenen Geschwulstelemente davontragen kann. Auch die Beobachtung der sogen. Spätmetastasen nach der Eliminierung maligner Tumoren ohne lokales Rezidiv ist geeignet, die Annahme zu stützen, daß die Entfernung des Primärtumors den Körper, wenn auch nicht zur Vernichtung der Metastasen, so doch zu einer lange Zeit hindurch wirkenden Wachstumshemmung der verschleppten Geschwulstkeime befähigt hat. *H. M.*

Hüssy. Chemotherapeutische und serologische Untersuchungen am Mäusekarzinom. Aus dem Frauenspital Basel (Direktor: Prof. Labhardt). Zbl. f. Gyn. 1917, Nr. 30, S. 737.

Hüssy. Weitere chemotherapeutische Untersuchungen zur Bekämpfung des Mäusekarzinoms. Aus dem Frauenspital Basel. Zbl. f. Gyn. 1918, Nr. 28, S. 479.

Ausgehend von der Erfahrung, daß gewisse Anilinderivate, die sogen. Akridiniumverbindungen, ganz enorme wachstumshemmende und virulenzherabsetzende Wirkung gegen die Streptokokken auszulösen imstande sind, versuchte Hüssy diese Präparate auch beim Mäusekarzinom. Um die wachstumshemmende Wirkung der Mittel noch zu steigern, kombinierte er die Akridiniumverbindungen mit Schwermetallen, und zwar erwies sich als das wirkungsvollste das Kadmiumsalz des Akridinium-

nitrats. Die beste Akridiniumverbindung, die bei den Versuchen die relativ geringste Toxizität aufwies, war das 2:7 Dimethyl — 3:6 Diaminomethylakridiniumnitrat, dessen Konstitution folgendermaßen ist:

CH_3 CH CH_3

NH_2 N NH_2

CH_3 NO_3

Es gelang nun in der Tat, mit diesem Akridiniumkadmiumsalz in vielen Fällen das Mäusekarzinom so zu beeinflussen, daß es vollkommen verschwand, und zwar war es sehr wesentlich, daß diese guten Erfolge nicht nur durch Umspritzung der Tumoren mit dem Mittel eintraten, sondern auch durch Fernwirkung, indem man eine subkutane Einspritzung entfernt von der Geschwulst vornahm.

Ob die genannten Substanzen auch bei der Bekämpfung des menschlichen Karzinoms Verwendung finden können, wurde von Hüssy noch nicht untersucht. Vielleicht lassen sich auf Grund der beim Mäusekarzinom wirksam befundenen Verbindungen ähnliche Stoffe finden, die auch beim menschlichen Krebs eine günstige Wirkung entfalten. *H. M.*

Stefan Weidenfeld. Studien über das Krebsproblem. Über Veränderungen der Katalasewirkung. Ein Beitrag zur Lehre der Radiumwirkung. Aus dem chemischen Laboratorium der k. k. österreich. Gesellschaft für Erforschung und Bekämpfung der Krebskrankheit (Vorstand: Prof. Dr. S. Fränkel). Wien. kl. Woch. 1918, Nr. 12, S. 324.

Der Autor ging bei seinen experimentellen Untersuchungen von dem Gedanken aus, daß die Ursachen der Wirkung des Radiums auf das Freiwerden von endozellulären Fermenten zu beziehen sei. Am einfachsten erschien es, die Katalase, ein bei Pflanzen und Tieren sehr verbreitetes fast ubiquitäres Ferment, dessen Messung sich sehr exakt durchführen läßt, zur Prüfung heranzuziehen. Die Katalase zerlegt Wasserstoffsuperoxyd in Wasser und Sauerstoff, und die Wirkung kann man also leicht quantitativ aus der entstehenden Sauerstoffmenge erschließen.

Die Versuche wurden im wesentlichen an Kranken mit Mycosis fungoides sowie am Rattensarkom durchgeführt. Es wurden zwei Tumoren am Arm eines Mykosiskranken 24 Stunden mit Radium bestrahlt. Nach 6 Tagen hatten sich die Tumoren zurückgebildet und erhoben sich nur noch wenig über das Hautniveau; dann wurden sie mit Chloräthyl gefroren, abgekappt und hinsichtlich der Wirksamkeit der in ihnen enthaltenen Katalase mit anderen nicht bestrahlten Tumoren verglichen. Es ergab sich eine sehr erhebliche Steigerung der Katalasewirkung der bestrahlten Substanz, die fast dreimal so groß war wie beim frischen unbestrahlten Tumor. Auch an dem Gewebe eines bestrahlten Rattensarkoms ließen sich erhebliche Differenzen in der Katalasewirkung gegenüber dem unbestrahlten Sarkom feststellen.

Bemerkenswerterweise ergaben nun Kontrollversuche, daß auch beim einfachen Liegenlassen der Tumoren im Eisschrank sowie auch beim Nekrotischwerden der Geschwülste eine Zunahme der Katalasewirkung gegenüber frischen Tumoren zu bemerken war. Da die Werte nach der Radiumbestrahlung etwa gleich groß waren wie beim Liegenlassen und bei der Nekrose, so ist danach anzunehmen, daß keine wirkliche Vermehrung der Katalasewirkung bei der Radiumbestrahlung eintritt, sondern daß, ganz ähnlich wie bei den anderen genannten Zellschädigungen, auch bei der Radiumeinwirkung die Zellarchitektur so beeinflußt wird, daß die endozellulären Fermente frei werden können, wodurch ihre vermehrte Wirksamkeit zu erklären ist. *H. M.*

Stephan Weidenfeld u. Edwin Fürer. Studien über das Krebsproblem. Über die Wirkung von Fluoreszenzbakterien auf Rattensarkom. Aus dem chemischen Laboratorium der k. k. österreich. Gesellschaft für Erforschung und Bekämpfung der Krebskrankheit. Wien. kl. Woch. 1918, Nr. 16. S. 437.

Nachdem schon früher von einer Reihe von Autoren (Coley, Beck, Emmerich u. Scholl u. a.) durch Injektionen der verschiedensten Mikroorganismen, Streptokokken, Bacillus prodigiosus, Staphylococcus pyogenes aureus u. a. mit mehr oder minder Erfolg Heilversuche bei der Krebserkrankung angestellt worden sind, nahmen die Autoren diese Untersuchungen wieder auf, indem sie bei Tumorratten große Dosen virulenter Kulturen von Bakterium fluorescens liquefaciens intravenös injizierten. Es gelang ihnen in der Tat damit, das Rattensarkom in vielen Fällen zur Nekrose zu bringen. Allerdings war gleichzeitig die Wirkung auf das Tier selbst deletär: alle Tiere starben. Um die Wirkung der Bakterien auf den Tumor von der letalen Wirkung der Injektionen zu trennen, versuchten nun die Autoren weiter durch intravenöse Einspritzung allmählich steigender Mengen lebender Bakterien einen Effekt auf den Tumor herbeizuführen. Hierbei war allerdings die Mortalität unter den Tieren bedeutend geringer. Doch starben gerade die Tiere, deren Tumoren durch die Behandlung nekrotisch geworden waren. Die Untersuchungen konnten durch den Tod Weidenfelds nicht zu Ende geführt werden. Ob der von den Autoren eingeschlagene Weg zu etwas für die Krebstherapie Wichtigem führen wird, können erst weitere Versuche erweisen. *H. M.*

Dr. J. Aebly, Zürich. Zur Frage der Krebsstatistiken. Korr. f. Schw. Ä., Bd. 48, S. 829.

Aebly weist auf die erfreuliche Wandlung hin, die auf dem Gebiete der Krebsstatistik die Krönigsche Klinik eingeschlagen hat. In einer Arbeit von Dr. Müller-Cariola, Betrachtungen über die operative Karzinomtherapie der Freiburger Universitäts-Frauenklinik, Mon. f. Geb. u. Gyn. Bd. 45, Juni 1917, wird eine Methode angewandt, die nach Ansicht des Autors, was die Originalität und den Wert des eingeschlagenen Weges anlangt, die bis jetzt von den Gynäkologen publizierten Statistiken weit überragt. Die Bedeutung der Arbeit liegt darin, daß hier zum ersten Male der Versuch gemacht wird, die Resultate der operativen Therapie mit dem spontanen Ablauf der Uterus- und Ovarial-

karzinome zu vergleichen; der Arbeit fehlt also nicht die „Seele der Statistik“: der Vergleich.

Dieser Vergleich ergibt sich aus der Berechnung der mittleren Lebensdauer der operierten und der nicht operierten Karzinome. Es zeigte sich dabei, daß, vom Beginn der Beschwerden an gerechnet, die durchschnittliche Lebensdauer der Trägerin eines Kollumkarzinoms ungefähr die gleiche ist, ob sie sich operieren oder nicht operieren läßt.

Aebly beleuchtet diese Statistik mit Hilfe der mathematischen Analyse und kommt zu einer vollen Anerkennung der Müllerschen Statistik. Er berechnet z. B. danach die mittlere Lebensdauer für die Operierten mit 58,2 Wochen, für die Nichtoperierten mit 68,6 Wochen. Die wahrscheinliche Lebensdauer für die Operierten ist also deutlich kleiner als für die Nichtoperierten — was mit der größeren früheren Sterblichkeit der Operierten zusammenhängt. Die größte Sterblichkeit bei den Operierten erfolgt — wie sich berechnen läßt — nach 24 Wochen, bei den Nichtoperierten nach 42 Wochen seit Beginn der Beschwerden. — Vom 5. Jahre ab werden aber die absoluten Chancen der Operierten insofern größer, als eine kleine Anzahl von ihnen die Chance hat, am Leben zu bleiben.

Der Einfluß der Operation ist danach der: Bedeutend erhöhte frühere Sterblichkeit der Operierten und als Kompensation dafür eine um einige Jahre verlängerte Lebensdauer einiger weniger Operierter.

Jedenfalls ist mit Freude zu begrüßen, daß die Müllersche Arbeit Klarheit geschaffen hat. Wenn diese Bearbeitung nicht geeignet ist, die bis jetzt geltenden Anschauungen hinsichtlich des überragenden lebenserhaltenden Wertes der operativen Therapie der Krebse zu stützen, so ist das nur eine Folge der bisherigen ungenügenden Statistiken. *H. M.*

Diathermie.

Dr. Th. Christen, Dr. H. Hertenstein u. Dr. Bergter. Neue Fortschritte der Diathermie. Aus der Strahlungsforschungsstelle der Reiniger, Gebbert u. Schall A.-G. und aus dem Laboratorium der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft. Mün. med. Woch. 1918, Nr. 50, S. 1395.

Die Autoren haben in der Strahlenforschungsstelle der Reiniger, Gebbert u. Schall A.-G. in der Herstellung der Diathermieapparate dadurch einen großen technischen Fortschritt erreicht, daß sie als Erzeuger der elektrischen Schwingungen anstelle der bisher üblichen Funkenstrecke eine Glühkathodenröhre einführten. Die Leistungsfähigkeit der Apparate wird dadurch ganz bedeutend erhöht. Die Einzelheiten dieser hochbedeutsamen technischen Neuerung können im Referat nicht dargestellt werden. *H. M.*

Dr. H. E. Schmidt. Über Diathermiebehandlung der Gonorrhoe und anderer Erkrankungen. Aus dem Reservelazarett Kaserne Eisenbahnregiment in Schöneberg. Berl. kl. Woch. 1918, Nr. 8, S. 184.

Nach der Auffassung von H. E. Schmidt ist wohl selten eine neue Methode so maßlos überschätzt worden wie die Diathermie. Dieser Über-

schätzung auf der einen Seite mußte naturgemäß als Reaktion die Unterwertung auf der anderen Seite folgen. Schmidt bemüht sich nun zu zeigen, was die Methode wirklich leistet.

Wenn es auch sicher ist, daß man mit keiner Form der Wärmeapplikation eine so gute Durchwärmung und eine so gute Tiefenwirkung erreichen kann wie mit der Diathermie, so ist doch damit nicht gesagt, daß nun auch die Heilerfolge erheblich besser sein müßten als nach anderen Wärmeapplikationen. Denn es kommt auch beim Heißluft- oder Dampfbad oder bei der Glühlichtbestrahlung infolge kollateraler Hyperämie zu einer stärkeren Durchblutung tieferer Gewebsschichten und dadurch auch zu einer Erhöhung der Temperatur in diesen tieferen Schichten. Praktisch ist also der Endeffekt bei der Diathermie und den anderen Wärmeapplikationsarten ziemlich gleich: Wärme und Hyperämie. So kommt es denn auch, daß sich die Indikationen für die Anwendung mit denen decken, bei denen von jeher die Wärmeapplikation günstig wirkte, d. s. Muskel- und Gelenkrheumatismen sowie Neuralgien und verwandte Erkrankungen.

Im allgemeinen ist die Diathermie bei Muskel- und Gelenkrheumatismus von guter Wirkung. Nur muß man bei Gelenkentzündungen erst dann mit der Behandlung beginnen, wenn das akute Stadium vorüber ist. Ob die Methode mehr leistet als andere Wärmeapplikationen, ist allerdings zweifelhaft.

Bei den Neuralgien, insbesondere bei der Ischias, ist Schmidt von den Resultaten der Diathermie ziemlich enttäuscht. Wenn auch in frischen Fällen Erfolge zu verzeichnen sind, so sind doch stets viele Sitzungen erforderlich, während in alten Fällen die Methode vollkommen versagt. Hier leistet die Röntgentherapie zweifellos mehr, durch die es in den meisten Fällen mit einer oder wenigen Bestrahlungen gelingt, eine Ischias zu heilen.

Auch bei den gastrischen Krisen und den lanzinierenden Schmerzen der Tabiker erlebt man bisweilen Mißerfolge. Bei den lanzinierenden Schmerzen in den Beinen sah Schmidt nach allgemeiner Diathermie recht oft günstige Wirkung, wenn auch immer nur für kurze Zeit Schmerzfreiheit erzielt werden konnte. Eine Besserung der Ataxie trat nicht ein.

Über die Behandlung der gonorrhoischen Prozesse mit Diathermie, bei denen Schmidt über sehr reiche Erfahrung verfügt, hat der Autor schon in der „Strahlentherapie", Bd. 7, S. 266 ausführlich berichtet. Die Methode leistet besonders bei alten Prostatitiden und Spermatozystiden ganz Hervorragendes, und gerade diese Formen des gonorrhoischen Krankheitsprozesses sind ja wegen ihrer versteckten Lage anderen Wärmeapplikationen kaum zugänglich. In diesen chronischen Fällen von Prostatitis, die meist schon 2—3 Monate lang vorher auf anderen Stationen behandelt waren, gelang es Schmidt fast ausnahmlos, die Gonokokken dauernd zu beseitigen.

Besonders gut bewährt hat sich die chirurgische Diathermie zur Ausführung kleinerer Operationen auf dermatologischem Gebiete. Durch einfaches Auflegen der Elektroden kann man kleinere und größere Tumoren der Haut (Warzen, kleine Fibrome, Pigment- und Gefäßnävi,

Xanthoma palpebrae, kleine Kankroide und Lupusherde) rasch zur Koagulation bringen. Die Methode besitzt den Vorzug, daß sie unblutig ist und daß man keine Lokalanästhesie braucht. *H. M.*

Dr. Bucky, Berlin. Über Diathermiebehandlung. Berl. kl. Woch. 1918, Nr. 23, S. 550.

Bucky wendet sich gegen die im vorstehenden Referat mitgeteilten Ausführungen von H. E. Schmidt. Er betont vor allem, daß es nicht richtig ist, die Diathermie allein als Wärmeapplikation anzusprechen und sie unter die anderen Wärmemethoden einzuordnen. Es besteht vielmehr ein prinzipieller Unterschied zwischen diesen und der Diathermie.

Nach den Iselinschen Versuchen steht es fest, daß der Körper durch seine Regulierungsvorrichtungen ein Eindringen der Wärmeenergie durch die Haut so gut wie unmöglich macht. Die Wärme dringt also bei keiner der gewöhnlichen Wärmeapplikationen in den Körper ein. Wenn man trotzdem Temperaturzunahmen des Gewebes konstatiert, so sind diese allein so zu erklären, daß durch Wärmestauung infolge von verminderter Wärmeabgabe des Körpers die Temperatur der Gewebe erhöht wird. Stets wird dabei jedoch die Temperaturzunahme durch vom Körper produzierte Verbrennungswärme erzeugt.

Im Gegensatz hierzu steht die Diathermieapplikation. Hierbei wird dem Körper elektrische Energie von außen durch die Haut zugeführt und dann im Gewebe, also in der Zelle, in Wärmeenergie umgesetzt, ohne daß der Körper seine Reservekräfte anzugreifen braucht. Maßgebend für die Beurteilung der Methode ist die Zufuhr von freier Energie, die dabei stattfindet.

Die Erfahrungen des Autors mit der Diathermie stützen sich auf 1500 Fälle. Bei präziser Indikationsstellung und bei guter Technik läßt sich eine Heilungsziffer von 80 % erreichen. Dieser Erfolg muß als durchaus zufriedenstellend bezeichnet werden.

Der Autor verweist auf seine früher veröffentlichten Arbeiten (vgl. Originalarbeit in der „Strahlentherapie", Bd. VII). *H. M.*

Dr. Ernst Tobias. Über Diathermie und die Grenzen ihrer Wirksamkeit. Berl. kl. Woch. 1918, Nr. 34, S. 806.

Der Autor wendet sich gegen das abfällige Urteil, zu dem H. E. Schmidt bezüglich der Heilerfolge mit der Diathermie gelangt ist, und berichtet über seine erheblich günstigeren Erfahrungen.

Bei der Anwendung der lokalen Diathermie stehen im Vordergrund nach wie vor die Erkrankungen der Muskeln und Gelenke. Am ausgesprochensten ist hier die oft ganz erstaunlich prompte Schmerzstillung bei Myalgien. Hier zeigt sich eine merkliche Überlegenheit gegenüber allen anderen physikalischen Heilmethoden. Tagelang andauernde heftigste Myalgien mit der Folge anhaltender Schlaflosigkeit werden häufig bereits nach einer Sitzung ohne alle weitere Therapie beseitigt.

Die Diathermie der Gelenke hat ja besonders dazu beigetragen, dem gesamten Verfahren Anerkennung und Geltung zu verschaffen. Weitaus die besten Erfolge sieht man bei der Arthritis deformans,

der wir so oft machtlos gegenüberstehen. Sie wird durch die Diathermie oft in so hervorragendem Maße beeinflußt, daß man sie geradezu als die Methode der Wahl dieser chronischen fortschreitenden Erkrankung nennen kann. Das Verfahren kommt ferner in Anwendung beim subakuten und chronischen Gelenkrheumatismus, wo sich in vielen Fällen die Überlegenheit der Gelenkdiathermie gegenüber der Mehrzahl der anderen Wärmeverfahren erwiesen hat; für die akuten und stark fieberhaften Fälle kommt sie nicht in Betracht. Die Erfolge bei gonorrhoischer und tuberkulöser Gelenkentzündung waren unbefriedigend.

Nächst den Erkrankungen der Muskeln und Gelenke wird die Diathermie am häufigsten herangezogen bei Nervenkrankheiten, und zwar sowohl bei zentralen wie peripheren Erkrankungen des Nervensystems. Von den zentralen Erkrankungen kommt sie wegen ihrer schmerzstillenden Wirkung im wesentlichen in Frage bei den lanzinierenden Schmerzen und Krisen der Tabiker. In manchen nicht zu vorgeschrittenen Fällen werden besonders bei vorsichtiger Zufuhr schwächerer Ströme gute Erfolge erzielt: in anderen Fällen wiederum bleibt jeder Erfolg aus. Von den peripheren Nervenerkrankungen stellten die Neuralgie und die Neuritis das Hauptkontingent für die Behandlung dar. Die Erfolge bei der Trigeminusneuralgie sind ungenügend, dagegen sah der Autor in einigen Fällen von Okzipitalneuralgie sowie in den meisten Fällen der Neuritis brachialis gute Wirkungen. Bei der Ischias war der Erfolg wechselnd, jedenfalls kann die Diathermie keineswegs als zuverlässiges Heilmittel dieser Krankheit angesehen werden. Bei peripheren Nervenlähmungen sowohl traumatischer wie rheumatischer Natur erwies es sich als zweckmäßig, unmittelbar vor den einzelnen elektrischen Sitzungen eine hyperämisierende Wärmebehandlung mittels Diathermie vorzunehmen.

Bezüglich der Diathermiebehandlung innerer Organerkrankungen ist Skepsis am Platze, da dieses Gebiet noch längst nicht genügend bearbeitet ist. Es ist von einem Einfluß auf Herz- und Gefäßkrankheiten berichtet worden. Nach den Erfahrungen des Autors ist nicht zu leugnen, daß der subjektive Einfluß bei an Angina pectoris leidenden Personen ein recht günstiger ist und daß insbesondere das Oppressionsgefühl und die Atemnot zwischen den Anfällen gelindert wird. Bei Erkrankungen der Respirationsorgane (chronische Bronchitis, Emphysem und Bronchialasthma) soll die Expektoration beeinflußt werden und auch bei Pleuritis will man gutes mit der Diathermie gesehen haben. Diese Erfahrungen bedürfen jedoch, ebenso wie die bei Gallensteinkoliken und Nierenerkrankungen erzielten Erfolge einiger Autoren, der klinischen Nachprüfung.

Weit zuverlässiger sind unsere Kenntnisse über die Wirkung der Diathermie bei den Erkrankungen des weiblichen Genitalapparates. Wie auch die Erfahrungen des Autors lehren, leistet das Verfahren bei allen chronischen Entzündungen des Beckengewebes, des Bauchfells und der Adnexe ausgezeichnete Dienste, während es bei akuten Entzündungen und bei Eiteransammlungen nicht indiziert ist. *H. M.*

Verhandlungsberichte.

Medizin. Sektion der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur zu Breslau. Sitzung vom 11. Oktober 1918.

Hinsberg. Zur Operation der malignen Nasengeschwülste.

Die Therapie der malignen Nasengeschwülste hat bisher sehr wenig befriedigende Resultate geliefert, da die Geschwülste meist erst in unsere Behandlung kommen, wenn außer der Nasenhöhle selbst auch der größte Teil der Nebenhöhlen vom Tumor ergriffen und die Wandungen zum Teil zerstört sind. Trotz möglichst gründlicher Operation tritt fast stets in kurzer Zeit ein Rezidiv auf, und die Zahl der nur durch Operation geheilten Fälle ist zu zählen. Auch die Bestrahlung mit Röntgenstrahlen oder Radium allein hat bisher keine brauchbaren Resultate gezeitigt. Dagegen scheinen durch die Kombination beider Methoden: Operation und Bestrahlung die Heilungsaussichten erheblich günstiger gestaltet zu werden. Der Operation fällt dabei die Aufgabe zu, zunächst möglichst alles Krankhafte zu entfernen, sodann aber für die Strahlenapplikation durch Schaffung einer breiten Einfallspforte möglichst günstige Bedingungen zu schaffen.

Hinsberg geht dabei folgendermaßen vor: Durch einen Hautschnitt, der in den Augenbrauen beginnt, seitlich an der Nase verläuft, an die Nasenflügel umbiegt und die Oberlippe an der Mittellinie durchtrennt, wird die Außenfläche der Nase und die Nebenhöhlen freigelegt, diese selbst werden dann durch entsprechende Knochenresektionen breit eröffnet, der erkrankte Orbitalinhalt wird nötigenfalls ausgeräumt. Die Wunde bleibt offen. Dadurch ist einmal eine sehr energische und exakte Strahlenapplikation ermöglicht, zweitens aber ist die Höhle dauernd ausgezeichnet übersichtlich und von jeder nur im geringsten verdächtigen Stelle kann sofort eine Probeexzision gemacht werden.

Vortragender demonstriert 4 solcher Fälle, bei denen bisher ein Rezidiv nicht aufgetreten ist. Bei dem einen Fall, einem 4jährigen Knaben, handelte es sich um ein von der linken Kieferhöhle ausgehendes Osteosarkom, das die ganze Nase ausfüllte und in die Orbita durchgebrochen war, so daß der Bulbus geopfert werden mußte. Bei einem anderen Falle handelte es sich um ein kleinzelliges, sehr schnell wachsendes Sarkom, das im Begriff war, den harten Gaumen zu perforieren. Die beiden anderen demonstrierten Fälle waren Karzinome.

In ähnlicher Weise wie die hier vogeführten Patienten wurden insgesamt 25 Fälle von Hinsberg operiert und darauf bestrahlt. Über das Endresultat läßt sich noch nichts sicheres sagen, da die Beobachtungszeit noch zu kurz ist, bis jetzt ist ein Rezidiv jedenfalls nicht nachzuweisen.

Die Bestrahlung war eine kombinierte, d. h. es wurde sowohl Radiumtherapie angewandt wie auch Röntgentiefentherapie. Über die letztere, welche im Röntgeninstitut der Hautklinik vorgenommen wurde, berichtet

Schäfer: Dadurch, daß durch die vorangegangene Operation ein breiter Zugang geschaffen worden ist, werden besonders günstige Absorptionsmöglichkeiten im Tumor geschaffen. Durch keine störende Knochenwand geschwächt, können jetzt die Strahlen in Gewebstiefen dringen, die früher nur unvollkommen und daher immer unter Gefahr einer Reizwirkung auf das Tumorgewebe erreicht werden konnten.

Das vom Symmetrieapparat gelieferte Strahlengemisch wird mit 4 mm

Aluminium, öfters noch mit $^1/_2$ mm Zink gefiltert. Meist wird trotz der guten Zugangsmöglichkeit durch die Operationswunde auf mehrere Einfallspforten nicht verzichtet und der Tumor unter Benutzung des Lokalisators auch von der Mundhöhle oder Schläfengegend her unter Kreuzfeuer genommen.

Was die Dosierung anlangt, so wird mit 2—3 Normaldosen pro Feld begonnen und nach 2 Wochen noch eine weitere Normaldosis gegeben; nach einem Monat wird der Turnus wiederholt.

Ref. aus dem offiziellen Protokoll, Berl. kl. Woch. 1918.

K. K. Gesellschaft d. Ärzte in Wien. Sitzungen v. 16. Nov. 1917 u. 31. Mai 1918.

L. Rethi. Demonstration eines mit Radium erfolgreich behandelten Lymphosarkoms des Rachens und des Nasenrachenraumes.

Der Autor demonstriert einen 49jährigen Patienten, der vor 2 Jahren wegen einer schmerzhaften Neubildung an der rechten Tonsille operiert wurde. Schon nach kurzer Zeit kam es zum Rezidiv: es traten wieder Schmerzen auf, die Nase wurde wieder verstopft, der Kranke verlor 16 kg an Körpergewicht. Die Untersuchung ergab an der rechten seitlichen und an der hinteren Rachenwand einen großen sarkomatösen Tumor, der in den Nasenrachenraum weit hinaufreichte und denselben fast ganz ausfüllte; am Kieferwinkel fanden sich infiltrierte Drüsen.

Die Krankheit war weit vorgeschritten und die Aussichten der Heilung schienen gering. Am aussichtsreichsten schien eine kombinierte Behandlung, d. h. eine Entfernung der Hauptmassen auf chirurgischem Wege und nachfolgende Radiumbehandlung. Die Wange sowie der weiche und harte Gaumen wurden gespalten und ein großer Teil des Tumors, der breit an der hinteren Rachenwand und der Schädelbasis aufsaß und bereits auch auf die Choanen und den hinteren Teil der Nase übergegriffen hatte, wurde entfernt. 4 Wochen nach der Operation wurde die Bestrahlung der restlichen Tumormassen vorgenommen. Der Autor führte durch den unteren Nasengang einen Radiumträger (1,5 mg Radiummetall in einem 1,5 mm dicken Bleifilter) in den Nasenrachenraum für zweimal 48 Stunden ein. Ein zweiter Träger derselben Stärke wurde für 8 Stunden auf das schmerzhafte Drüsenpaket appliziert. Das Resultat der Behandlung war, daß nach 4 Wochen der Rachen und der Nasenrachenraum ganz frei vom Tumor war. Nun wurde einmal prophylaktisch für 100 Stunden die Bestrahlung des Rachens wiederholt. Seit einem Jahre ist der Kranke rezidivfrei.

Der Autor verfügt über 2 ähnliche Fälle aus früherer Zeit, in denen der Prozeß noch nicht so weit vorgeschritten war und die ohne vorhergehenden operativen Eingriff lediglich mit Radium behandelt wurden. Auch in diesen beiden Fällen ist bis jetzt kein Rezidiv aufgetreten.

Diskussion:

M. Hajek hat in den letzten Jahren 5 Fälle von Lymphosarkom des Nasenrachenraumes mit ausgedehnten Drüsenschwellungen am Halse beobachtet und teils mit Röntgenbestrahlung, teils mit Radium behandelt. Es ist staunenswert, zu sehen, wie manchmal nach wenigen Bestrahlungen sowohl der primäre Krankheitsherd als auch die Drüsen verschwinden. In einem derartigen Falle von Lymphosarkom des Nasenrachenraumes mit kolossaler Beteiligung der Halslymphdrüsen verschwanden während weniger Wochen alle krankhaften Erscheinungen restlos und nicht die kleinste Drüse wgr am Halse zu tasten. In allen längere Zeit hindurch beobachteten Fällen — mit Ausnahme eines einzigen — traten jedoch nach einiger Zeit Rezidive auf, die dann durch Strahlentherapie auf die Dauer nicht zu beherrschen waren, so daß die Kranken schließlich doch ihrem Leiden erlagen. *Ref. aus der Wien. kl. Woch. 1918.*

Medizin. Sektion der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur zu Breslau. Sitzung vom 25. Oktober 1918.

Heimann zeigt eine Patientin mit einem **inoperablen linksseitigen Tonsillarkarzinom,** das ihm vor $1^3/_4$ Jahren von der Halsklinik zugeschickt wurde. Röntgenbestrahlung wurde mit einem eigens dazu konstruierten Spekulum vorgenommen. 7 Serien; ca. 1000 X. Der Tumor ist völlig geschwunden; keine Drüsen. Die Frau ist vollkommen arbeitsfähig. Die letzte Bestrahlung liegt $^1/_2$ Jahr zurück. *Offizielles Protokoll, Berl. kl. Woch. 1918.*

Mediz.-Naturwissenschaftl. Verein Tübingen. Sitzung vom 17. Juli 1918.

Fleischer u. Jüngling. Demonstration eines durch Röntgenstrahlen gebesserten Falles von Hypophysentumor.

Es handelt sich um eine 55jährige Frau, die wegen Sehnervenschwundes seit $1^1/_2$ Jahren mit fortschreitender Verschlechterung des Sehvermögens in Behandlung war.

Es bestanden akromegalische Symptome, insbesondere im Gesicht, und erhebliche Vergrößerung des Türkensattels. Der Augenbefund war der folgende: Abblassung der Sehnerven, bitemporale Hemianopsie mit völligem Verlust der temporalen Gesichtsfeldhälfte auf dem rechten Auge und fast völligem Verlust auf dem linken Auge; Übergreifen der Funktionsbeschränkung auch auf die nasalen Quadranten der Gesichtsfelder und auf den Fixierpunkt, so daß links nur Fingerzählen exzentrisch nasalwärts in 1—2 m, rechts noch $^5/_{18}$ gesehen wurde. Die Frau konnte nur mehr mühsam buchstabierend lesen und nicht mehr allein in der Stadt herumgehen.

Die Technik der angewandten Röntgentherapie war folgende: Symmetrieapparat von Reiniger, Gebbert u. Schall, selbsthärtende Siederöhre, Regenerierautomat, Funkenstrecke 37,5 cm, Belastung 2,1 MA., 0,5 mm Zinkfilter, Tubus mit Durchmesser von 8 cm, Fokushautabstand 23 cm.

Auf jede Schläfe sowie Stirn werden je 80—90% der Erythemdosis appliziert, außerdem wird mit 3 mm Aluminium und Tubus von 3 cm Durchmesser eine Volldosis durch den Mund gegeben. Da der Tiefenabstand etwa 7 cm von jedem Feld beträgt, so wird schätzungsweise die erreichte Tiefendosis 70% der Hauteinheitsdosis betragen.

Eine zweimalige Röntgenbestrahlung in Zwischenräumen von vier Wochen ergab eine erhebliche Besserung des Augenbefundes. Auf dem linken besseren Auge ist die Funktion der temporalen Gesichtsfeldhälfte mit mäßiger Unterempfindlichkeit für Farben und parazentralem Skotom wiedergekehrt und auch auf dem rechten Auge ist in einer mittleren Zone der temporalen Gesichtsfeldhälfte, zwischen 15 und 50°, die Funktion auch für Farben wiedergekehrt. Die nasalen oberen Quadranten sind völlig wiederhergestellt und das zentrale Sehen hat sich auf $^5/_{12}$ und Jäger 1 gebessert, so daß die Frau ohne Schwierigkeiten wieder lesen und schreiben und sich völlig frei allein in der Stadt bewegen kann. Auch die Kopfschmerzen haben nachgelassen.

Aus dem offiziellen Protokoll, Mün. med. Woch. 1918.

Berliner medizische Gesellschaft. Sitzung vom 3. Juli 1918.

Diskussion über den Vortrag des Herrn Kraus über Lymphogranulomatosis [1]).

Paul Lazarus berichtet über eine Reihe von Lymphogranulomatosen und Mediastinaltumoren, die ihm — namentlich von Geheimrat Kraus — innerhalb der letzten 6 Jahre zur Radiumbestrahlung überwiesen waren. Insbe-

[1]) Vgl. Referat S. 409.

sondere bespricht er 6 von ihm behandelte, besonders charakteristische Krankheitsfälle.

a) 18jähriges Mädchen. Lymphogranulom der beiden Halsseiten. der Mediastinal- und Achseldrüsen. Dreimal operiert, stets Rezidiv. Zwei Röntgenserien ohne Erfolg. Dann Radiumtherapie. Die rechte Seite ist seit 5 Jahren rezidivfrei. In der linken Seite, und zwar im Mediastikum und in der Achselhöhle treten alle 3—6 Monate neue Knoten auf. Es gelingt, aber, durch regelmäßige prophylaktische Bestrahlung dieses Rezidiv in Schach zu halten. Anscheinend Dauererfolg.

b) Ein großes Mediastinalsarkom, welches dem Herzen aufsitzt. Starke Kompressionserscheinungen, Stridor, Zyanose, Dyspnoe, 120 Pulse, Schluckbeschwerden. Die Kranke machte einen prämortalen Eindruck. Die Probeexzision einer Drüse am Halse ergab ein Rundzellensarkom.

3 Wochen nach der Radiumbehandlung war der Tumor wesentlich verkleinert. Wohlbefinden. In den nächsten 10 Wochen Gewichtszunahme um 15 Pfund. Die Kranke lebte noch $1^1/_4$ Jahre, dann erlag sie einer Influenzapneumonie.

c) Ein drei Jahre bestehendes Granulom am Halse mit Hornhautentzündung wurde durch Radiumbestrahlungen so weit gebessert, daß der Tumor am Halse verschwand. Hier und da treten kleine Rezidive auf, die durch neuerliche Bestrahlung zurückgehen. Sehr interessant ist, daß auch die Hornhauterscheinungen abheilten. Es scheint, daß durch die Resorption der bestrahlten Geschwulstmassen autovakzinatorische Vorgänge sich abspielten.

d) Ein Schlosserjunge mit Hodgkinscher Krankheit. Es bestanden große Halstumoren, die zweimal vergeblich operiert wurden. Der Kranke zeigte Zyanose, Nasenflügelatmen, Kachexie, Stridor, Schluckbeschwerden; der Kopf war durch die Drüsentumoren völlig nach der Seite verdrängt.

Nach 4 Radiumbestrahlungen verschwanden die Drüsen völlig. Die Heilung hielt 2 Jahre an. Dann verlor der Vortragende den Jungen aus den Augen.

e) Ein Mediziner mit großer mediastinaler Geschwulstmasse, hinaufragend am Halse und in die Achselhöhle. Fieber, Kachexie. Hier wurde die von Lazarus angegebene Methode der Radiumbestrahlung angewandt, die darin besteht, daß der ganze Tumor von einem Kranz von Strahlenträgern umgeben wird und außerdem, der Höhe der Geschwulst entsprechend, Strahlenröhrchen in den Ösophagus hinein versenkt werden. Dadurch ist ein sehr wirksames Tiefenkreuzfeuer der Mediastinalgeschwulst und der Nachbardrüsen möglich.

Der Kranke blühte auf. Er nahm in den nächsten 10 Wochen 16 Pfund an Gewicht zu. Die Drüsen am Halse verschwanden und zum großen Teil auch der Mediastinaltumor. Der Kranke nahm seine Studien wieder auf, heiratete und hat noch $3^1/_2$ Jahre gelebt. Da im Kriege — aus äußeren Gründen — die Radiumbehandlung nicht wiederholt werden konnte, ist er jetzt an einem Rezidiv zugrunde gegangen.

f) Ein Handlungsgehilfe mit einem Mediastinaltumor und einem pleuralen Tumor der linken Seite. Die ganze linke Brustseite zeigt im Röntgenbilde einen dichten Schatten. Die klinischen Erscheinungen waren außerordentlich schwer: Zyanose des Gesichts, des Halses und der Arme sowie starkes Ödem. Ektasie der Brust- und Bauchhautvenen, Caput medusae. Außerdem Stridor, Dyspnoe, Pulsjagen. Erscheinungen der Kompression der Cava superior.

3 Wochen nach der Bestrahlung war die Lunge vollkommen aufgehellt. Der Kranke versieht seit 2 Jahren seinen Beruf und arbeitet 8 Stunden täglich.

Auf Grund dieser Krankengeschichten dürfte der Schluß berechtigt sein, daß wir bei diesen sonst hoffnungslosen Fällen in der richtigen Anwendung der strahlenden Energie ein recht wertvolles Hilfsmittel besitzen.

Tugendreich bestrahlt im Universitäts-Krebsinstitut sämtliche Lymphome, die tuberkulösen und die nicht tuberkulösen mit Röntgenstrahlen, und zwar mit der als hart zu bezeichnenden Strahlung der Röntgen-Coolidgeröhre, mit Zwischenspaltung eines 1—2 mm dicken Aluminiumbleches. Diese geringe Härtung der Strahlen genügt, um an den oberflächlich gelegenen Drüsen einen genügenden therapeutischen Effekt zu erzielen. Dieser besteht bekanntlich darin, daß die Geschwülste schrumpfen, oder daß ein Teil der tuberkulösen Drüsen einschmilzt und dann allmählich ausheilt.

Bei Mediastinaltumoren muß man sehr viel härtere Stellen verwenden, die man dadurch bekommt, daß man mit Bleifilter arbeitet. Diese Fälle werden auch mit der Coolidgeröhre bestrahlt, und zwar am Glühkathodenapparat der Firma Siemens & Halske mit einer Spannung, die einer Luftfunkenstrecke von etwa 42 cm entspricht. Der therapeutische Effekt wird innerhalb kurzer Zeit erzielt.

Bei den generalisierten Granulomen handelt es sich bei der Röntgentherapie leider noch um eine rein symptomatische Behandlung. Aber auch diese ist selbstverständlich von großem Nutzen, denn sämtliche mechanischen Störungen des Tumors, bewirkt durch Druck auf die Atmungsorgane, auf den Ösophagus, auf die Vena cava werden durch die Röntgenstrahlen beseitigt und genau so wie Lazarus das bei der Bestrahlung mit Radium demonstriert hat, hat man mit Röntgenstrahlen dieselben guten Erfolge, d. h. in vielen Fällen langdauernde Besserung des Allgemeinbefindens, bedingt durch Schrumpfung der einzelnen Tumoren. Daß solche Resultate durch eine andere Therapie nicht erzielt werden können, ist bekannt.

Sticker hat in den letzten vier Jahren 7 schwere Fälle von Lymphogranulomatosis mit Radium behandelt.

Es zeigte sich, daß umfangreiche Symptome des Halses bis zu Hühnereigröße, der Schlüsselbeingrube bis zu Faustgröße, der Axillar- und Inguinalgegend nach kurzfristigen Bestrahlungen zum Schwinden kamen, aber eine Lebensrettung wurde bis jetzt in keinem Falle erzielt. Obwohl das Leiden bis zu 2 Jahren ganz zurücktrat und eine Aufnahme des Berufes ungehindert erfolgen konnte, hat nach Ansetzen der Strahlenbehandlung durch Fortwucherung nicht bestrahlter Lymphome, insbesondere in der Sternal- und Mediastinalgegend, im Knochenmark, in den Lungen die Krankheit weiteren Umfang angenommen und die mit derselben Behafteten sind alle einem vorzeitigen Tode erlegen. Bei der ausschließlich lokalen Wirkung der Strahlenbehandlung darf man natürlich die Erwartungen nicht zu hoch spannen.

Referat aus dem offiziellen Protokoll, Berl. kl. Woch. 1918.

K. K. Gesellschaft der Ärzte in Wien. Sitzung vom 30. November 1917.

G. Schwarz demonstriert eine 28jährige Frau, die er vor 4 Jahren wegen eines **Mediastinaltumors** mit Röntgenstrahlen behandelt hatte. Wie die Röntgenbilder von früher und jetzt beweisen, ist der Tumor geheilt.

Die große Mehrzahl der Tumoren des Mediastinums rezidivieren nach Röntgentherapie und pflegen dann einer neuerlichen Therapie gegenüber sich refraktär zu verhalten. Aber es gibt Fälle, die geheilt werden und bei welchen die Rezidive sich den Röntgenstrahlen gegenüber sogar noch günstiger verhalten als die primären Tumoren. *Ref. aus der Berl. kl. Woch. 1918.*

Leipziger Medizinische Gesellschaft. Sitzung vom 20. November 1917.

Hörhammer demonstriert einen Patienten mit **Mikuliczscher Erkrankung.**

Bei der Aufnahme in die chirurgische Klinik finden sich beide Augenlider, besonders am äußeren Augenwinkel, enorm verdickt und herabhängend; man

fühlt am Ober- und Unterlid kleine kugelige Tumoren. Die Submaxillardrüsen sind ebenfalls etwas vergrößert. Da der Kranke infolge der Augenliderschwellung nicht mehr imstande ist, sie aktiv zu öffnen, wird eine Exstirpation der Geschwülste an beiden Augenlidern mit nachfolgender Radiumbestrahlung vorgenommen. Die mikroskopische Untersuchung des herausgenommenen Tumors ergab eine gleichmäßige Infiltration von kleinen Lymphozyten, die als eine einfache hyperplastische Wucherung der Lymphdrüse aufzufassen war. Das Resultat der Behandlung war ein sehr gutes, so daß der Kranke bedeutend gebessert entlassen wurde.

Ein Jahr darauf wurde er in wesentlich verschlechtertem Zustand wieder aufgenommen. Es zeigt sich besonders stark das rechte Auge weit aus der Augenhöhle hervorragend, starke Chemosis, völlige Amaurosis auf dem Auge. Das linke Auge kann nur wenig geöffnet werden, da sich wieder eine hochgradige Infiltration von kleinen Tumoren an beiden Lidern fand. Ebenso sind diesmal auch die Parotiden, die Prätemporalgegend, die Gegend des Wangenfettes und die beiden Submaxillardrüsen stark vergrößert, so daß der ganze Kopf ein unförmliches Aussehen hat. Der Allgemeinzustand ist sehr schlecht, der Mann ist sehr elend und anämisch. Der Blutbefund war: Hämoglobin 70%, Erythrozyten: 1100000, Leukozyten: 10000. Die prozentuale Auszählung ergab eine hochgradige Lymphozytose von 63,5%.

Nach einer 8tägigen Röntgenbestrahlung tritt innerhalb 14 Tage ein ganz erheblicher Rückgang der Infiltrationen ein und das subjektive Befinden bessert sich außerordentlich.

In diesem Falle handelt es sich um eine Mikuliczsche Erkrankung mit kompliziertem Verlauf, d. h., es bleibt das Leiden nicht bloß auf die Tränen- und Speicheldrüsen beschränkt, sondern ergreift auch das Blut und zeigt das Bild der echten lymphatischen Pseudoleukämie. Demgemäß ist auch trotz der günstigen Wirkung der Strahlentherapie die Prognose quoad Dauerheilung wohl als infaust zu bezeichnen. ***Ref. aus der Mün. med. Woch. 1918.***

Ärztlicher Verein in Hamburg. Sitzung vom 5. Februar 1918.

Querner berichtet über einen 23jährigen Bäcker, der in ziemlich regelmäßigen 2—3tägigen Intervallen Temperatursteigerungen zeigt. Dabei besteht eine Adenopathia generalisata und ein der Pseudoleukämie ähnliches Blutbild. Die Krankheit besteht seit 3 Jahren und bot diagnostisch die größten Schwierigkeiten. Es handelte sich um das seltene Krankheitsbild des **generalisierten tuberkulösen Granuloms**. Die Behandlung mit Röntgen in Verbindung mit einer Arsenkur führte eine ausgezeichnete Besserung herbei.

Ref. aus der Mün. med. Woch. 1918.

Altonaer ärztlicher Verein. Sitzung vom 27. Februar 1918.

Lichtwitz. Über den Abbau leukämischer und pseudoleukämischer Gewebe durch Röntgenstrahlen.

Bei der Strahlenbehandlung leukämischer und pseudoleukämischer Gewebe, der Granulome und auch anderer großen Tumoren ist es möglich, durch Beobachtung der Stickstoff- und Harnsäureausscheidung (bei entsprechender Ernährung) rasch ein Urteil darüber zu gewinnen, ob die Therapie und die Art der angewandten Strahlen Erfolg verspricht. Die leukämischen Gewebe reagieren auf Röntgenstrahlen am besten. Es kommt zu täglichen Mehrausscheidungen bis zu 9 g Stickstoff = 56 g Eiweiß = 250—300 g Gewebe und zu Mehrausscheidung bis zu 1 g Harnsäure. Wenn diese Mehrausscheidungen nicht eintreten, so kann die Röntgentherapie als unnütz aufgegeben werden.

Ref. aus dem offiziellen Protokoll, Mün. med. Woch. 1918.

Wissenschaftliche Gesellschaft Deutscher Ärzte Böhmens.
Sitzung vom 23. November 1917.

Schloffer stellt einen 61jährigen Mann mit **inoperabler maligner Struma** vor, bei dem schon mit einer einzigen Röntgenbestrahlung der große Tumor und die Stenosenbeschwerden von seiten der Luft- und Speiseröhre fast gänzlich verschwanden. *Ref. aus der Dt. med. Woch. 1918.*

Ärztlicher Verein in Nürnberg. Sitzung vom 2. Mai 1918.

Flatau spricht 1. **Über Röntgenbehandlung der Myome.**

Die außerordentliche Verfeinerung der Röntgentechnik, insbesondere im Hinblick auf die rasche Wirkung, ihre Sicherheit und ihre Unschädlichkeit hat den Vortragenden dazu gebracht, die Operation der Myome — abgesehen von vereinzelten später (s. u.) zu besprechenden kontraindizierenden Fällen — durchweg aufzugeben. Fl. benutzt je 2 große Felder vorn und hinten. Bestrahlt wird meist mit Siederohr oder auch mit dem Glühkathodenrohr nach Coolidge-Fürstenau. In 80 % der Fälle führten schon 2 Sitzungen zum Ziele der Amenorrhoe. Bei sehr großen Myomen, bei denen die Lage der Ovarien kaum vermutet werden kann, bestimmt Fl. drei oder vier Felder vorn und hinten. Die Verkleinerung bzw. das Verschwinden der Myomknoten verläuft recht verschieden. Im allgemeinen kann man beobachten, daß nach halbjähriger Röntgenmenostase der Umfang der Tumoren um 50 % zurückgeht.

Flatau demonstriert 2. als **Beispiele zu der Frage, welche Myome sich nicht für die Röntgentherapie eignen.**

a) 8 Myomknoten von Nuß- bis Faustgröße, die alle intramural in einem Uterus entwickelt waren und besonders in der vorderen Wand sitzend einen außerordentlich lästigen Harnzwang verursacht haben. Da die Patientin erst 28 Jahre und verlobt war, verbot sich die Strahlenbehandlung. Es gelang nach der Enukleation durch Naht den Uterus so weit wieder herzustellen, daß die Menstruation wieder in normaler Weise verläuft.

b) einen kindskopfgroßen Uterus, der außer einem intramuralen noch ein submuköses Myom enthielt, das sehr stark in die Uterushöhle vorsprang. Es bestand profuseste Blutung, die das Leben unmittelbar bedrohte; daher abdominale Totalexstirpation.

c) einen im 3. Monat graviden Uterus, in dessen linker Kante ein kindskopfgroßes Myom sich entwickelt und sich intraligamentär verbreitet hatte. Schwere Beschwerden veranlaßten die Totalexstirpation, nachdem ein Versuch, das Myom allein auszulösen, eine stürmische, nahezu unstillbare Blutung hervorgerufen hatte. *Ref. aus dem offiziellen Protokoll, Mün. med. Woch. 1918.*

Medizinische Gesellschaft zu Chemnitz. Sitzung vom 13. Februar 1918.

Praeger. Die Röntgenbehandlung der Myome und der Metropathia haemorrhagica.

Der Autor hat seit Okt. 1913 36 Myome und 22 Metropathien der Röntgenbehandlung unterzogen und in derselben Zeit 25 Laparotomien wegen Myom vorgenommen.

Das Resultat der Strahlentherapie war, daß von 30 Myomen, deren Behandlung abgeschlossen werden konnte, 2 Mißerfolge zu verzeichnen waren, die dann operiert wurden. In allen anderen Fällen trat Menopause, ein und zwar 1 mal nach der 1., 5 mal nach der 2., 6 mal nach der 4. Serie; die übrigen 18 Fälle brauchten 5—7 Serien. Die nach Kienböck berechnete X-Zahl war 325—942 X (nur in 2 Fällen unter 500 X). Bemerkenswert ist, daß in den meisten Fällen der Rückgang des Myoms durch Nachuntersuchung festge-

stellt werden konnte. 3 mal traten Rezidive ein, die aber auf erneute Bestrahlung reagierten.

Von den 22 Metropathien wurde ein Fall ohne Erfolg behandelt, so daß die Exstirpation des Uterus vorgenommen wurde. Es bestand in diesem Falle ein verdickter Uterus mit stark hyperplastischer Schleimhaut sowie eine größere Hydrosalpinx sin.

In keinem Falle traten Röntgenschädigungen ein, nie erheblicher Kater; klimakterische Beschwerden waren nicht über die des natürlichen Klimakteriums hinausgehend. In allen erfolgreichen Fällen war schnelle Hebung des körperlichen Wohlbefindens und Abnahme der Anämie zu verzeichnen.

Bei den 25 Laparatomien wegen Myom trat ein Todesfall an Embolie ein.

Ref. aus dem offiziellen Protokoll, Mün. med. Woch. 1918.

Verein der Ärzte in Halle. Sitzung vom 6. Februar 1918.

Reisach. Demonstration eines durch Bestrahlung klinisch geheilten Vulvakarzinoms.

Bei einer 64jährigen Patientin wurde folgender Aufnahmebefund erhoben: Die beiden großen Schamlippen sind in der hinteren Hälfte in einen harten, faustgroßen, an der Oberfläche geschwürigen und eitrig belegten Tumor verwandelt; auch der untere Teil der Scheide ist bis zu 3 cm hart, karzinomatös infiltriert. In der linken Leistenbeuge eine walnußgroße Drüse, in der rechten mehrere erbsengroße Knoten. Es besteht ein äußerst übelriechender jauchender Ausfluß, ständiges Brennen an den Genitalien. Die Tumormassen reichen bis nahe an den After heran. Rektum ist frei.

Da Operation wenig Aussicht auf Erfolg verspricht, wird die Kranke bestrahlt und zwar erhält sie zunächst innerhalb 8 Tagen in 5 Sitzungen 5 Stunden Coolidgeröhre mit Kupferfilter. — Der Tumor beginnt sich zu verkleinern und einzuschnüren.

Nach 14 Tagen Pause nochmals Bestrahlung mit Coolidgeröhre und Kupferfilter innerhalb 8 Tagen in 10 Sitzungen 5 Stunden lang. Der Tumor ist danach ganz erheblich zurückgegangen: beide große Labien sind von der unteren Hälfte abseits noch ungefähr 1 cm tief hart infiltriert; auf der Innenfläche besteht, auf die kleinen Labien übergreifend eine flache Ulzeration von ungefähr 3 cm Breite und 5 cm Länge.

Nach 12 Tagen Pause wird jetzt zur Radiumtherapie übergegangen. Die Kranke erhielt das Radium innerhalb 2 Monaten in 7 Bestrahlungszeiten. Die Radiumkapsel (50 mg) wurde in Silberbleifilter entweder ganz vorn in die Vagina eingelegt oder auf den Tumor aufgebunden. Die Bestrahlung dauerte jedesmal 24 Stunden. Zwischen den einzelnen Bestrahlungszeiten waren Pausen von 6—8 Tagen, nur nach dem dritten Male eine Pause von 3 Wochen. Im ganzen erhielt die Kranke 9000 mg-Stunden Radium.

Jetzt, d. h. 3 Monate nach Abschluß der Bestrahlung, ist der Erfolg ein außerordentlich günstiger, für das Auge und den Tastsinn ist vom Karzinom nichts mehr nachzuweisen. Am Scheideneingang sind nur noch narbige Verdickungen; die Scheide ist verengt, glatt; per rectum fühlt man den kleinen atrophischen Uterus gut beweglich, Anhänge frei.

Ref. aus dem Bericht des Vereins, Mün. med. Woch. 1918.

Medizin. Sektion der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur zu Breslau. Sitzung vom 25. Oktober 1918.

Heimann betont hinsichtlich der Frage, ob operable Fälle von **Uteruskarzinom** operiert oder bestrahlt werden sollen, noch einmal den Standpunkt der Breslauer Frauenklinik, die operativen Fälle zu operieren. Der

Autor ist um so weniger geneigt, von diesem Grundsatz abzugehen, als seit $^3/_4$ Jahren 31 Totalexstirpationen in der Breslauer Frauenklinik vorgenommen wurden, ohne daß ein Todesfall eintrat.

Aus dem offiziellen Protokoll, Berl. kl. Woch. 1918.

Verein der Ärzte in Halle a. S. Sitzung vom 7. November 1917.

Budde. Die Erfolge der Höhensonnebehandlung[1]**).**

Diskussion:

Schieck: In der Hallenser Universitätsaugenklinik wird seit Jahren die künstliche Höhensonne bei skrofulösen Augenerkrankungen in Form von allgemeinen Lichtbildern bei Abdeckung der Augen angewandt. Die Erfolge sind zweifellos gute. Sie sind gleichzusetzen mit der Anregung der Haut durch Salzbäder.

Voeckler bemerkt, daß seine Erfolge bei örtlicher Bestrahlung der Gelenktuberkulose entschieden befriedigender waren als die von Budde, besonders seitdem er die Bestrahlung mit Bierscher Stauung unter gleichzeitiger Darreichung von Jodnatrium kombiniert. Er ist über den guten Einfluß dieser Behandlungsmethode geradezu überrascht gewesen und hat speziell bei trockner und fungöser Form der Hand- und Schultergelenkstuberkulose sehr rasche Abnahme der Schwellung und Schmerzhaftigkeit gesehen, so daß schon bald mit vorsichtiger Gymnastik begonnen werden konnte.

Goetze weist darauf hin, daß bei manchen tuberkulösen Drüsen mit Röntgenstrahlen bessere Resultate als mit der Höhensonnenbehandlung zu erzielen sind.

Ref. aus der Mün. med. Woch. 1918.

Wiener Dermatologische Gesellschaft. Sitzung vom 22. Mai 1917.

Ullmann stellt 6 Fälle mit **Hodentuberkulose** vor, bei denen die Wirkung der von ihm auch an zahlreichen anderen Fällen erprobten Röntgenbestrahlung demonstriert werden konnte. Alle diese Fälle wurden mit kleinen Dosen allwöchentlich oder jede zweite Woche einmal bestrahlt. Bei geeigneter Dosierung findet eine Schädigung der für die trophische und innersekretorische Funktion des Hodens wichtigen Leydigschen Zellen nicht statt. Bei jugendlichen Individuen und frischen Affektionen, insbesondere bei fistulösen und zur Erweichung tendierenden tuberkulösen Infiltraten des Nebenhodens, Prostata usw. sind viel raschere Erfolge ersichtlich als bei älteren Individuen oder bei alten zum Teil harten und verkalkten Herden. Bei Mitbefallensein der Prostata oder auch der Samenblasen oder Samenstränge werden auch diese Partien kräftig mitbestrahlt.

Diskussion:

Nobl hatte ebenfalls Gelegenheit, eine Reihe von mehreren Jahren von Kienböck bestrahlten Fälle von Nebenhodentuberkulose zu sehen, die dauernd geheilt geblieben sind.

Ref. aus der Wien. kl. Woch. 1917.

K. K. Gesellschaft der Ärzte in Wien. Sitzung vom 31. Mai 1918.

K. Ullmann stellt zwei Patienten vor mit einer relativ seltenen Form der **Zungentuberkulose.** In dem ersten Falle handelte es sich um einen 37 jährigen bosnischen Bauer, der im Felde von schmerzhaften tuberkulösen Knochenprozessen in der Gegend des linken Sternoklavikulargelenkes, am Halse in der Höhe des Schildknorpels und am Oberschenkel befallen wurde, die zu Eiterung und Durchbruch mit Fistelbildung führten. Diesen Prozessen gesellte sich ein

[1]) Vgl. Referat S. 415.

allmählich wachsender Knoten in der linken Zungenhälfte hinzu. Bei der Aufnahme im Spital zeigten sich verschieden große schmerzhafte, nicht fluktuierende Knoten, der vordere, weitaus größte, bläulichrot, halbkugelig, etwa taubeneigroß prominent, dahinter ein strangförmiges Infiltrat, gleichfalls durch knotige Prominenzen sichtbar, fast bis zum Zungenrande reichend. In den Lungen Spitzenkatarrh und Zeichen absoluter Pleuritis.

Unter Höhensonnebestrahlung in Verbindung mit kräftiger Diät trat eine Rückbildung der tuberkulösen Zungenaffektion ein bis fast zum völligen Verschwinden derselben mit beträchtlicher Körpergewichtszunahme und Beschwerdelosigkeit.

Auch in dem zweiten Falle, wo es sich um eine mächtige, von der rechten Zungenhälfte ausgehende höckerige, derbe, stellenweise exulzerierende tuberkulöse Affektion der Zunge handelte, wurde ebenfalls die Lichtbehandlung mit Erfolg eingeleitet. *Ref. aus der Wien. kl. Woch. 1918.*

Wiener Dermatologische Gesellschaft. Sitzung vom 7. Februar 1918.

Volk demonstriert

1. einen Patienten mit **Mycosis fungoides.** Unter Röntgentherapie ist ein Teil der Knoten mit deprimierter Narbe abgeheilt, während aber neue Tumoren sich einstellten.

2. Drei **Lupuspatienten,** an denen der ausgezeichnete Effekt der Kohlenbogenlichttherapie gezeigt wird, die von Axel Reyn empfohlen wurde (vergl. Originalarbeit in der „Strahlentherapie"). *Ref. aus der Wien. kl. Woch. 1918.*

K. K. Gesellschaft der Ärzte in Wien. Sitzung vom 18. Oktober 1918.

L. Freund. Der Autor demonstriert eine Kranke, die seit 8 Jahren von einer heftigen **Neuralgie des zweiten rechten Trigeminusastes** gequält wurde.

Sie hat alles, was in dieser Hinsicht einen guten Ruf genießt, versucht. Anfangs nützten ihr Alkoholinjektionen; seit zwei Jahren hat aber dieses Mittel versagt. Nun wurden ihr in der Vermutung, daß die Neuralgie von den Zähnen ausgehe, drei Mahlzähne entfernt; als das nichts half, wurde zur Lokalbehandlung der Nase und Kieferhöhle geschritten: die Nasenmuscheln wurden entfernt, ebenfalls ohne die Schmerzen zu lindern. Nun dachte man an einen Zusammenhang des Leidens mit einer bestehenden Polyzythaemie; sie erhielt eine Bluttransfusion sowie Röntgenbestrahlungen der Milz, was wohl das Blutbild, nicht aber die Neuralgie besserte. Bevor der jetzt in Aussicht genommene chirurgische Eingriff auf das Ganglion Gasseri ausgeführt wurde, ließ die Kranke auch einen Versuch mit Röntgenbestrahlungen der schmerzenden Stellen machen. Die Dame ist bis jetzt 12 mal bestrahlt, und seit dieser Zeit schmerzfrei. Ob Dauerheilung vorliegt, ist noch nicht mit Sicherheit zu sagen.

Einen ähnlichen ausgezeichneten Erfolg erhielt der Autor bei einem ganz gleichen Fall, wo die Schmerzen dauernd ausblieben.

Der Autor ist der Ansicht, daß die modernen Methoden der Erzeugung recht harter Stellen dieses Verfahren sehr fördern werden. Jedenfalls sollte man namentlich in Fällen, bei denen nur die Resektion des Ganglion Gasseri übrig bleibt, einen Versuch mit der ungefährlichen Röntgenbestrahlung machen, bevor man zu dem schweren operativen Eingriffe schreitet.

Ref. aus der Wien. kl. Woch. 1918.

Ärztlicher Verein zu Marburg. Sitzung vom 14. Mai 1918.

Eduard Müller. Demonstrationen zum Thema: Malariafragen.

Der Autor demonstriert u. a. Fälle von Malaria mit Provokation von Fieberanfällen durch Röntgen- und Sonnenbestrahlungen der Milz.

Er weist darauf hin, daß nur der positive Ausfall dieser Methoden entscheidend ist für noch mangelnde Malariaheilung, da wiederholt trotz negativem Ausfall der Provokation bald darauf auftretende Spontanrezidive beobachtet wurden. M. betont ferner, daß bei unzweckmäßiger Handhabung die Schäden solcher Provokation oft größer sein können als der Nutzen.

Aus dem offiziellen Protokoll, Mün. med. Woch. 1918.

Wiener Dermatologische Gesellschaft. Sitzung vom 28. Juni 1917.

Kerl demonstriert:

1. Eine 32 jährige Patientin mit **Hydroa vacciniformis.** Es handelt sich um eine Abortivform dieser Erkrankung, wie sie Hutchinson als Prurigo aestivalis beschreibt. Man sieht bei der Patientin im Gesicht, insbesondere an der Stirn, den seitlichen Partien der Schläfen und den Halspartien, unter den Ohren zahlreiche unregelmäßig zackig abgegrenzte weiße Flecke, die nur an wenigen Stellen ganz leichte Zeichen einer Atrophie zeigen, während Narbenbildung fehlt; dazwischen findet sich unregelmäßige Pigmentanhäufung. An frischen Effloreszenzen wurden exsudative Knötchen am linken Augenbrauenbogen beobachtet. Ein experimentell an einer kleinen Gesichtspartie vorgenommene Bestrahlung mit der Quarzlampe in geringer Dosis ergab das Auftreten eines ebensolchen exsudativen Knötchens an der rechten Stirnseite. Trotzdem der Haematoporphyrinnachweis negativ war, so ist die Affektion doch als eine durch Lichtüberempfindlichkeit der Haut bedingte Dermatose aufzufassen.

2. Einen 40 jährigen Stabsfeldwebel mit einer universellen Dermatose, die als **praemykotisches Exanthem** anzusprechen ist. Auf Röntgenbestrahlung bilden sich die Hauterscheinungen prompt zurück. *Ref. a. d. Wien. kl. Woch. 1917.*

Wiener otologische Gesellschaft. Sitzung vom April 1918.

Cemach berichtet über Versuche zur **Behandlung von Ohrenleiden mit der Quarzlampe.** Er brachte damit Fälle von Adhäsivprozeß und chronischem Tubenkatarrh, akutem sekretorischen Katarrh, Ekzem der Ohrmuschel, zur Heilung. — Bei der Mittelohreiterung ist die Methode kontraindiziert.

Ref. aus der Dt. med. Woch. 1918.

Naturwissensch. mediz. Gesellschaft zu Jena. Sitzung vom 27. Juni 1918.

Engelhorn. Weitere Erfahrungen mit dem Scheidenbestrahler.

Seit einem Jahre wurde in der Jenenser Frauenklinik ein besonderer Bestrahlungsapparat (vgl. Referat Strahlentherapie Bd. VIII) bei einer Reihe gynäkologischer Erkrankungen angewandt. Bestrahlt wurden damit bis jetzt 320 Fälle von Fluor albus, Erosion der Portio, Ulcera decubitalia bei Prolaps, Vaginitis usw. Der Erfolg war fast durchweg ausgezeichnet.

Ref. aus dem offiziellen Protokoll, Mün. med. Woch. 1918.

Gesellschaft f. Natur- u. Heilkunde zu Dresden. Sitzung v. 17. Nov. 1917.

Weiser demonstriert einen Fall von **Induratio penis plastica,** dessen Beschwerden durch Röntgenstrahlen vollständig behoben wurden.

Ref. aus der Mün. med. Woch. 1918.

Bücherbesprechungen.

W. Falta. Die Behandlung innerer Krankheiten mit radioaktiven Stoffen. Berlin 1918, Verlag Julius Springer.

Die Arbeit, welche im Juli 1914 bereits beendet worden ist, aber wegen der Kriegsverhältnisse erst 1918 hat erscheinen können, gliedert sich in einen biologischen und einen klinischen Teil. Im biologischen Teil werden die Physik und Chemie der radioaktiven Stoffe in gedrängter Kürze, ausführlicher dagegen die chemischen Wirkungen, der Einfluß auf die Fermente, auf die pflanzlichen, auf die niederen und höheren tierischen Organismen behandelt und die Applikation und Dosierung eingehend besprochen.

Im klinischen Teil werden vorwiegend die eigenen Erfahrungen bei der Behandlung von Gelenkkrankheiten, Erkrankungen des Nervensystems, der Muskeln, des Nasen- und Rachenraums, des Respirationstraktus, des Herzens und der Gefäße, des Intestinaltraktus, der Niere und der Blase, der Stoffwechselkrankheiten, der Erkrankungen der blutbildenden Organe besprochen. Mehr nur gestreift wird die Behandlung des Karzinoms, des Sarkoms und der Blutdrüsen.

Die Absicht Faltas, eine mit einem großen Krankengeschichtenmaterial ausgestattete Publikation herauszubringen, um den Beweis zu führen, daß mit der Einführung der radioaktiven Stoffe in die Heilkunde für den Artz ein wirkungsvolles Gebiet erschlossen worden ist, dürfte vollkommen gelungen sein. Wir stellen das mit um so größerer Befriedigung fest, als mit dieser Arbeit Anschauungen anderer Kliniker und auch unsere eigenen Bestätigung finden. Gehen auch in manchen Einzelfragen die Auffassungen nicht immer in gleicher Richtung, ich selber bin in der Dosierungsfrage bei Gelenkkranken in manchen Punkten anderer Ansicht, so ändert das nichts mehr an der einen wichtigen Tatsache, daß die radioaktiven Substanzen sich ihren Platz im Heilschatz des Arztes gesichert haben.

Gudzent.

Physikalische und biologische Grundlagen der Strahlentherapie. Von Krönig und Friedrich. Mit 31 farbigen Tafeln und 63 Textabbildungen. Berlin und Wien 1918 (Urban & Schwarzenberg). Preis 30 Mark.

Gleich wie der Pharmakotherapeut auf eine innige Arbeitsgemeinschaft mit dem Chemiker angewiesen ist, so müssen für den Ausbau der physikalischen Therapie Kliniker und Physiker unbedingt Hand in Haud arbeiten. Aus einer solchen überaus glücklichen Arbeitsgemeinschaft ist das Buch von Krönig und Friedrich hervorgegangen. Seitdem die Grundlagen der Röntgendosimetrie gelegt wurden, ist dieses Werk der erste große Markstein in der Entwicklung einer exakt begründeten Dosimetrie.

Die Dosimetrie ist die Grundlage aller ernsthaften Arbeit auf dem Gebiet der Strahlentherapie. Trotzdem die ganze Arbeit Krönig und Friedrichs auf streng exakter Grundlage steht, ist sie, dank musterhafter Klarheit, in einer für den Mediziner durchaus verständlichen Form gehalten. Als Maß für den Härtegrad dient die Halbwertschicht, als Maß für die Heterogenität der Quotient zweier aufeinanderfolgender Halbwertschichten.

Die Hauptschwierigkeit bestand in der Beantwortung der Frage: Wie wirken gleiche Dosen verschiedenen Härtegrades? Um den genialen Gedanken zu begreifen, der die Lösung ermöglicht hat, sei eine kleine Rechnung gestattet. Ist ein biologisches Objekt und gleichzeitig ein zur Messung der Dosis dienendes Strahlenreagens mit einer Flächenenergie F beschickt worden, so ist die Dosis D, die das biologische Objekt erhalten hat, d. h. die im biologischen Objekt absorbierte Röntgenenergie

$$D = \alpha . F.$$

Gleichzeitig ist die im Meß-Reagens absorbierte Energie

$$M = \beta . F.$$

Dabei sind die Größen α und β in weitgehendem Maße vom Härtegrad abhängig. Dividieren wir beide Gleichungen, so erhalten wir

$$D = \frac{\alpha}{\beta} \cdot M.$$

Die Größe M wird gemessen durch die Reaktion der Meßvorrichtung. Kennt man noch den Bruch $\frac{\alpha}{\beta}$, so ist D leicht zu berechnen.

Die Lösung des Problems besteht nun darin, daß ein Strahlenreagens gefunden wurde, für welches der Bruch $\frac{\alpha}{\beta}$ eine vom Härtegrad unabhängige Konstante ist.

Daß auch die biologischen Wirkungen der so gemessenen Dosis vom Härtegrad unabhängig sind, wurde durch eine große Reihe außerordentlich gut durchdachter und sorgfältig durchgeführter Versuche bewiesen, und zwar sowohl an Froschlarven, wie an menschlichen Geweben (Haut, Ovarium, Karzinom).

Des Ferneren ist die Wirkung verschiedener Intensitäten bei gleicher Dosis und die Verteilung der Teildosen eingehend behandelt. Sehr wichtig sind die Untersuchungen über die Bedeutung der Zusatzdosis, die durch Streuung der Röntgenstrahlen im menschlichen Gewebe entsteht.

Der gleichzeitigen Wirkung anderer Faktoren, wie Diathermie usw. ist ebenfalls ein besonderer Abschnitt gewidmet. Ein weiterer Abschnitt behandelt die Abhängigkeit der biologischen Wirkung von der Art des Gewebes (Sensibilitätsquotient). Den Schluß des Buches bildet ein Abschnitt über die individuelle Verschiedenheit der biologischen Reaktion.

Die Ausstattung des Werkes mit schwarzen und farbigen Bildern ist mustergültig. Man glaubt eine Friedensleistung vor sich zu haben.

Das Werk, dessen Vollendung Krönig leider nicht mehr erleben durfte, ist ein monumentum aere perennius, an dem keiner unserer Fachgenossen vorbeigehen kann.

Christen.

G. Holzknecht, Röntgenologie. Eine Revision ihrer technischen Einrichtungen und praktischen Methoden gemeinsam mit Prof. Dr. Freih. v. Eiselsberg u. a. herausg. v. G. Holzknecht. Zwei Teile. I. Teil Fremdkörper, Verletzungen, Chronische Eiterung. 576 Seiten, m. 407 Textabbildungen; Berlin und Wien 1918 Urban & Schwarzenberg. Preis 30 Mark und einem Teuerungszuschlag.

Im Verein mit Röntgenologen, Physikern u. a., die mit ihm gemeinsam im Zentralröntgeninstitut jahrelang gearbeitet haben, hat H. das Werk geschaffen, welches aus einer militärischen Gutachtenröntgenologie zu einer praktischen Röntgendiagnostik in der inneren Medizin herauswuchs. In der Einleitung zum ersten

Teile (die Fremdkörperlokalisation) weist er darauf hin, daß 90% der Befunde, die man zu sehen bekommt, nur eine unvollständige oder irrtümliche Darstellung der Skeletterkrankungen und Verletzungen geben, worunter auch die Begutachtung der innerlich Kranken litt. Dem konnte nur abgeholfen werden durch eine genaue Darstellung der Röntgenoptik, Projektionslehre, Röntgenanatomie und Apparatetechnik. In seiner Einführung in die Fremdkörperlokalisation weist er nun auf die Scheinlage des Projektils hin und erklärt, daß die geometrische Lokalisation stets die Voraussetzung der anatomischen bleiben müsse; der Chirurg braucht für die Indikation und den Operationsplan zuerst die anatomische, für die Operation auch die geometrische Lokalisation. Eine zusammenfassende Übersicht der Methoden, welche in den einzelnen Abschnitten des Werkes genau erläutert werden, wie Rotationsdurchleuchtung, Blendenrandmethode usw. schließen diesen Abschnitt. Daß die frontalen Aufnahmen des Rumpfes nicht nur für die Fremdkörperlokalisation, sondern auch für die traumatischen und pathologischen Skelettläsionen von größter Bedeutung sind, weist Lilienfeld in seiner Arbeit nach; besonders bei den Aufnahmen des Hüftgelenks zeigen sich alle Vorzüge dieser Methode; es treten alle Appositionen Konsumptionsherde und Defekte der hinteren und vorderen Knochenfläche präzis hervor. Auch Sitzbeinfrakturen erscheinen im frontalen Bilde, während sie im sagittalen nicht zu sehen sind. Dasselbe läßt sich auch von den Frakturen und Luxationen des Femur sagen, bei den sagittale Aufnahmen keinen pathologischen Befund ergeben. Für die Hauptmarkierung und Tätowierung geben Lilienfeld und Holzknecht ein neues Verfahren an: Statt der Lapismarke, die oft Eiterungen und Entzündungen hervorrief, wie auch nach 14 Tagen schon verschwand, wird eine Dauermarke geschaffen durch Verbindung einer nicht ätzenden, vorübergehenden Silberfärbung mit einer Tätowierung; es wird so der Hauptpunkt dauernd und sicher festgehalten, was für das Studium der Geschoßwanderungen von größter Bedeutung ist; es werden über die Herstellung der ammoniakalischen Silberlösung und des Pyrogallusstiftes genaue Anweisungen gegeben. Die nun folgende Arbeit von Lilienfeld: „Die Methodik der Fremdkörperlokalisationen" kann als der Mittelpunkt des ersten Teiles bezeichnet werden, um den sich die anderen gruppieren. Von ihr sagt H. bereits in der Vorrede, daß sie sich durch eine bessere Gliederung und Übersichtlichkeit von der üblichen Darstellung röntgenologischer Themen auszeichnet, die oft nur eine Veröffentlichung von Ideen war, während die Arbeit ihrer Durchführung den Lesern überlassen wurde. Der Erfolg ist, daß diesen Berichten, sowie den Verfassern nur ein geringes Verdienst zukommt. L., der aus einer 2jährigen, an reichen, alle erdenklichen Steckschußfälle umfassenden Kriegsmaterial gesammelten Erfahrung schöpfen kann, gibt einen analytischen und synthetischen Teil; der erstere hat die Aufgabe, den in Untersuchung befindlichen Fall in seine genetischen, geometrischen, anatomischen, pathologischen und physiologischen Elemente zu zerlegen, während der letztere die analytisch gewonnenen Komponenten zu dem Schlußbilde der genauen anatomischen Lage der Geschosse verarbeitet. Diesem Prinzipe folgend, wird der Unterbau durch Schaffung eines Grundbilderpaares (Aufnahme in frontaler und sagittaler Richtung) gegeben, das bisher durch die Art der Verwendung große Irrtümer zuließ, da nur ein Teil seines Inhaltes untersucht, der Rest jedoch vernachlässigt wurde. Um dem abzuhelfen, wurde die orientierende Sektorenmethode, wie das Orthogonalverfahren bis in die kleinsten Details ausgearbeitet. Als wichtig ist festzuhalten, daß die Lage des Geschosses in der Ebene der in Betracht kommenden Querschnittscheibe durch die orthogonalen Koordinaten des Geschosses

bestimmt wird. Näher einzugehen auf die Ausführungen, welche sehr präzis gehalten sind, ist hier unmöglich; man sieht, wie die Fremdkörperlokalisation auf einen festen Boden gestellt ist. Mit Hilfe des vom Orthogonalverfahren gelieferten Diagramms ist es ferner auch möglich, den Muskel genau anzugeben, in welchem das Geschoß sitzt. Die myographische Orientierungsmethode muß ebenfalls genau studiert werden Den Schluß dieser Arbeit bildet eine Zusammenstellung von 1635 im Wiener Zentralröntgeninstitut im Verlaufe von 12 Monaten untersuchten Steckschüssen. Von den nun folgenden Fremdkörperlokalisationen sind die Abschnitte über die Motilitätslokalisation im Thorax von großer Wichtigkeit, da sie für die Diagnose innerer Krankheiten sehr wertvoll sind.

Im zweiten Teil dieses Werkes: „Die Röntgenoperation" gibt H. dem Chirurgen wichtige Winke für die Indikation des Eingriffes und weist darauf hin, daß das Aufsuchen der Geschosse keine Pragmasie bedeute; auf die Harpunierung wird genau eingegangen. In acht Punkten wird das Material nochmals zusammengefaßt, von denen ich nur Punkt 7 herausheben will: Die Methode der Wahl ist die Operation am Röntgentisch mit Untertischröhre. Als Hilfsmittel bei derselben oder in geringer Tiefe und bei größeren Projektilen sind die Punktion, die Harpunierung, die Farbstoffmarkierung als Ersatz oder Ergänzung sehr nützlich. In dem Abschnitt über die Nadelextraktion wird die Leichtigkeit der Operation gezeigt und darauf hingewiesen, daß die Gegenansichten auf schlechter Orientierung beruhen.

Auch der dritte Hauptabschnitt ist für den Chirurgen sehr wertvoll: Skelettverletzung, chronische Eiterung. So haben die Beobachtung bei der Entwicklung des Kallus vieles bisher Angenommene beseitigt: der einfache Schluß von der Kallusmenge auf den Heilungsverlauf ist nicht berechtigt, da eher das Gegenteil zutrifft. Durch die geschaffene, struktuvierte Kallusbrücke ist zwar die Fraktur geheilt, aus dem Röntgenbilde ist jedoch deutlich zu ersehen, daß eine Osteomyelitis posttraumatica circumscripta vorliegt, gegen die chirurgisch vorgegangen werden muß. Jetzt ist es auch möglich, sicher von den Fistelöffnungen aus zum Sequester vorzudringen. Für die Kontrastfüllung der Fistelgänge wird statt der Beckschen Wismutvaselinemulsion, welche wegen des unmöglichen Abschlusses zwischen Spritze und Fistelöffnung unvollkommen und täuschend ist, die Einführung von Zinkoxydschmelzstäbchen sehr warm empfohlen; ferner idealfüllende Kontrastinstäbchen. Die Röntgenologie im Frontspital schließt das Werk. Es war nicht möglich, jede Arbeit aus diesem Buche nach Namen und Inhalt anzugeben. Der Rez. hat es für seine Pflicht gehalten, an Hauptpunkten zu zeigen, welche neuen Wege der Lokalisation der Fremdkörper und ihrer streng chirurgischen Beseitigung gewiesen sind. Der Inhalt der vorhandenen Lehrbücher ist nicht wiederholt worden; nur die Notwendigkeit zwang, einen Satz aus ihnen herüberzunehmen. Aus dem Krieg geboren, ist das Werk für den Frieden bestimmt. Druck und Ausstattung sind trotz der vorhandenen großen Schwierigkeiten glänzend.

Pulvermacher, *Charlottenburg*.

Leitfaden des Röntgenverfahrens für das röntgenologische Hilfspersonal. Von Fürstenau, Immelmann und Schütze. 2. vermehrte und verbesserte Auflage. Verlag Ferd. Enke, Stuttgart.

Der Leitfaden, der sich in erster Linie an die Röntgengehilfinnen richtet, aber auch von Ärzten, die sich auf diesem Gebiete belehren wollen, mit großem Nutzen gelesen wird, liegt jetzt in 2. Auflage vor. Da der Röntgenologe ja der Mitwir-

kung geeigneter Hilfskräfte auch zu therapeutischen Zwecken in hohem Maße bedarf, an diese aber zur exakten Ausführung der ärztlichen Anordnungen große Anforderungen gestellt werden müssen, so entspricht der vorliegende Leitfaden einem dringenden Bedürfnis. *H. M.*

Prof. Dr. Ferdinand Henrich. Erlangen. Chemie und chemische Technologie radioaktiver Stoffe. Berlin 1918. Verlag von Julius Springer. Preis 15 Mark.

Das Buch führt den Leser in das Gebiet der Radioaktivität ein und legt den augenblicklichen Stand der Radiochemie dar. Wenn es auch in erster Linie den Standpunkt des Chemikers berücksichtet, so sind doch vor allem die praktisch wichtigen Meßmethoden so ausführlich und klar abgehandelt, daß auch dem für diesen Gegenstand interessierten Arzt das Studium dieses Werkes zu empfehlen ist. *H. M.*

Prof. Leo Graetz. Die Atomtherapie in ihrer neuesten Entwicklung. Stuttgart 1918. Verlag von J. Engelhorns Nachf. Preis 2.50 Mark.

Die in dem vorliegenden Buch niedergelegten Vorträge des hervorragenden Münchener Physikers sind für den wissenschaftlich denkenden Strahlentherapeuten von außerordentlich großem Interesse. Die gewaltige Entwicklung welche die Lehre von den Atomen durchgemacht hat, sind in klarer leicht faßlicher Form dargelegt. Insbesondere der Vortrag über den Zerfall der Atome bei den radioaktiven Stoffen, sowie über die Spektra der Röntgenstrahlen ist für den Strahlentherapeuten wertvoll. Jeder gebildete Arzt wird Graetz dankbar sein, daß er dieses schwierige Gebiet in so meisterhafter Form uns erschließt. *H. M.*

Heinz Bauer †. Physik der Röntgenologie. Berlin 1917. Verlag von H. Meußer.

Heinz Bauer, der im Jahre 1915 in Jena an einer diphtherischen Halsentzündung im Alter von 36 Jahren starb, hat Aufzeichnungen zur Physik der Röntgenologie hinterlassen, die jetzt nach seinem Tode dem Druck übergeben wurden.

Wenn auch diese letzte Arbeit des leider zu früh verstorbenen Forschers nur ein Fragment darstellt, so ist doch die Darstellung namentlich des einleitenden Kapitels: „Über Hypothesen und Theorien", eine so glänzende und geistreiche, daß man nur mit Freude seinen Ausführungen folgt.

Das Buch wird namentlich den Freunden des Verstorbenen eine bleibende Erinnerung sein an diesen ideal gerichteten geistig h stehenden Mann.

H. M.

Physik der Sonnen- und Himmelsstrahlung.

Von

Prof. Dr. phil. **C. Dorno,** Davos.

(Mit 11 Abbildungen.)

Die Behandlung dieses Themas hätte sich wohl gut zur Einleitung einer die „Strahlentherapie“ lehrenden Zeitschrift geeignet, sagt doch schon ein altes Sprichwort: „Wo die Sonne hinkommt, bleiben Arzt und Apotheker aus.“ Was stand der Verwirklichung dieses naheliegenden Gedankens wohl entgegen? Vermutlich dasselbe, was eine ernste Heliotherapie so sehr erschwert: Jeder Laie glaubt, über die Sonnenstrahlung Bescheid zu wissen und des Arztes Rat bei ihrer Anwendung nicht zu bedürfen, und ebenso vermeint ein Großteil der Herren Ärzte — ich hoffe nicht zu verletzen —, daß ihm der Physiker nichts über sie zu sagen habe, was er sich praktisch dienstbar machen könne. Und dennoch hat die Physik, nachdem seit Jahrhunderten ihre hervorragendsten Vertreter sich mit diesem, alles organische Leben auf der Erde bestimmenden und daher wohl wichtigsten Problem beschäftigt haben, in den letzten beiden Dezennien nach ihren bewunderungswerten Fortschritten auf dem Gebiet der Strahlung unter emsiger Mitarbeit von Meteorologie und Astrophysik viel Klarheit in das recht komplizierte Problem zu bringen vermocht. Bedarf es auch noch einer langperiodischen und die ganze Erde umfassenden Beobachtungsarbeit, so sind die bisher gewonnenen Resultate doch schon so reich, daß es nunmehr Sache der Herren Ärzte, insbesondere der Physiologen, sein dürfte, zu untersuchen, wie die nach absoluter Größe, Größenverhältnis und Schwankung mit Standort und Jahreszeit festgelegten einzelnen Spektralteile in der Therapie am günstigsten Verwendung finden, und ihrerseits lückenfüllende Beobachtungen zu fördern, insbesondere solche, welche ihre lokalen Verhältnisse betreffen. Richtlinien hierfür habe ich — nicht erfolglos — schon im Jahre 1912 in dem Heft 7 der „Veröffentlichungen der Zentralstelle für Balneologie“ gezeichnet unter dem Titel „Vorschläge zum systematischen Studium des Licht- und Luftklimas der den deutschen Arzt interessierenden Orte“.

Wenn ich heute — den Anregungen dieser Zeitschrift folgend — das Problem für einen Leserkreis behandle, welcher sich mit der Physik der Strahlung mehr oder weniger eingehend beschäftigt hat, so glaube ich das ein wenig umfassender tun zu dürfen als vor wenigen Jahren für die

Leser des Handbuches der Balneologie, und ich habe daher die physikalisch-mathematische Seite ein wenig mehr ausgeführt, ohne deshalb die einzelnen bisher gesammelten Meßresultate zurücktreten zu lassen. Dadurch gewinnt der Leser eine allgemeine Übersicht über das, was von noch ausstehenden Einzeluntersuchungen ungefähr zu erwarten sein dürfte; er wird gleichzeitig erkennen, in welcher Art dieselben zweckmäßig durchzuführen sind, und vor allem — was das Wichtigste und für weitere Fortschritte grundlegende ist — scharf unterscheiden lernen zwischen dem Wert der exakten Messungen, welche die Fortschritte des letzten Jahrzehnts ermöglicht haben, und der nur als orientierend zu bezeichnenden früheren (zumeist photographischen) Methoden.

Das Problem ist ein zweigliedriges, weil zwischen dem Ausgang der Strahlung, der Sonne, und dem Empfänger an der Erdoberfläche die Atmosphäre lagert; diese modifiziert die durchfallende Strahlung mannigfach, indem sie selbst gleichzeitig zu einer Strahlungsquelle, der Himmelsstrahlung, wird. Es gilt also, die Sonnenstrahlung zu bestimmen, welche in die Atmosphäre eintritt, d. h. „die extraterrestrische Sonnenstrahlung“, und die Veränderung, welche sie beim Passieren der Atmosphäre erfährt, zu welchem Zwecke die Ausdehnung und Zusammensetzung der Atmosphäre und ihre gesetzmäßige Wirkungsweise auf die sie durchsetzende Strahlung festgestellt werden müssen. Es ist sogleich klar, daß Änderungen, sei es der extraterrestrischen Sonnenstrahlung oder des von ihr passierten Mediums, an der Erdoberfläche stets in einer Änderung sowohl der direkten Sonnenstrahlung wie auch der Himmelsstrahlung zum Ausdruck kommen müssen, daß sich also als weitere Aufgabe ergibt, aus tatsächlich durch die Beobachtung festgestellten Änderungen zurückzuschließen auf ihren Ursprungsort, Sonne oder Erdatmosphäre, und die wirksame Ursache — eine keineswegs stets leichte Aufgabe. Von derartigen Änderungen, sowie von solchen, die der Jahreslauf der Erde oder eine etwa den Weltenraum zwischen Sonne und Erde erfüllende Materie auslöst, soll am Schluß der Abhandlung kurz die Rede sein. Zunächst wollen wir die primäre Strahlungsquelle, die Sonne, und die die sekundäre Strahlungsquelle auslösende Atmosphäre als konstant annehmen, von rein meteorologischen Variationen abgesehen, und uns zuvörderst über die letztere Rechenschaft geben.

Die Erdatmosphäre.

Die Erdatmosphäre besteht bekanntlich aus mannigfachen Gasen, welche in den untersten Schichten infolge der daselbst dauernd vorhandenen vertikalen Luftströmungen stets in demselben Mengenverhältnis vorgefunden werden und im allgemeinen chemisch nicht aufeinander wirken. Die Analysen zeigen folgende Zusammensetzung der trockenen Luft am Boden:

Bestandteile	Dicke, bezogen auf Luft	Volumenprozente
Stickstoff . . .	0,967	78,03
Sauerstoff . . .	1,105	20,99
Argon	1,379	0,937
Kohlensäure . .	1,529	0,03
Wasserstoff . .	0,070	0,01
Neon	0,674	0,0123
Krypton	2,818	0,01
Helium	0,138	0,0004
Xenon	4,422	0,0011
Trockene Luft .	1,000	100,00

Bereits an der Wolkengrenze, welche je nach Jahreszeit und geographischer Lage in etwa 10—12 km Höhe liegt, hören die vertikalen Luftströmungen auf, wir finden hier die obere Inversionsschicht, so genannt, weil von ihr aus die beim Aufsteigen von der Erde stetig bis zu etwa —55° gesunkene Temperatur wieder einen kleinen Anstieg zeigt, jedenfalls nicht noch weiter sinkt. Mangels Mischung ordnen sich oberhalb dieser Schicht die Gase nach ihrer Schwere an, und man kann aus der mittleren Molekulargeschwindigkeit der Gase und aus der Druckabnahme mit der Höhe die Schichtung in größeren Höhen berechnen. Das Rechnungsresultat zeigt im einzelnen die nachfolgende Tabelle:

Zusammensetzung der Luft (in Volumenprozenten).

Höhe km	Luftdruck mm	(Geokoronium)	Wasserstoff	Helium	Stickstoff	Sauerstoff	Argon
0	760	0,00058	0,0033	0,0005	78,1	20,9	0,937
20	41,7	0	0	0	85	15	0
40	1,92	0	1	0	88	10	—
60	0,106	5	12	1	77	6	—
80	0,0192	19	55	4	21	1	—
100	0,0128	29	67	4	1	0	—
120	0,0106	32	65	3	0	—	—
140	0 00900	36	62	2	—	—	—
200	0,00581	50	50	1	—	—	—
300	0,00329	71	29	—	—	—	—
400	0.00220	85	15	—	—	—	—
500	0,00162	93	7	—	—	—	—

Das Wesentliche derselben ist in nachfolgendem prägnanten Bilde dargestellt; Alfred Wegener, welcher diese von Humphreys und Hann begonnenen Berechnungen konsequent durchgeführt hat, hat dasselbe in der Physikalischen Zeitschrift 1911, S. 176, gezeichnet (Abb. 1). Die Grundlinie stellt die Erdoberfläche dar, die Höhe die verschiedenen in Kilometern angegebenen Höhen der Atmosphäre, die von unregelmäßigen Linien umzeichneten Flächen entsprechen den Anteilen, welche die in

ihnen vermerkten Gase in den verschiedenen Atmosphärenhöhen haben. Bis zu etwa 10 km Höhe haben wir uns die Troposphäre vorzustellen, in welcher allein Wolken zu finden sind und sich alle die meteorologischen Vorgänge abspielen, welche wir unter den Begriff „das Wetter“ fassen: hier herrscht die oben angegebene Luftzusammensetzung. Der Troposphäre übergelagert, durch die Inversionsschicht von ihr getrennt, ist in der Stratosphäre bis zu 75 km Höhe der Stickstoff weitaus vorherrschend. Oberhalb desselben findet man bis zu 180 km Höhe vorwiegend Wasserstoff und neben diesem, mit wachsender Höhe zunehmend, ein dem Koroniumgase der Sonne wohl identisches, sehr leichtes und daher zur Erdoberfläche nicht vordringendes Gas, das Geokoronium, welches noch in 500 km Höhe vorkommen muß. Diese Kenntnisse der höchsten Höhen unserer Atmosphäre beruhen keineswegs nur auf Berechnungen: Auf das Vorhandensein und die Höhe der Geokoroniumschicht schließt man aus den homogenen Bögen des Polarlichtes und der an ihm beobachteten, keinem bekannten Elemente zugeordneten grünen Spektrallinie; die Grenze zwischen Wasserstoff- und Geokoroniumschicht wird durch das Aufleuchten der in ihrem Spektrum die Wasserstofflinie zeigenden Sternschnuppen bewiesen; die wohl recht scharfe Grenze zwischen Wasserstoff- und Stickstoffatmosphäre dokumentiert sich am sichersten durch den Hauptdämmerungsbogen, auch ist nach gewaltigen Vulkanausbrüchen beobachtet, daß die sogen. „leuchtenden Nachtwolken“ sich an ihr unverkennbar seitlich ausbreiteten. Tropo- und Stratosphäre scheiden sich, wie erwähnt, an der normalen Wolkengrenze.

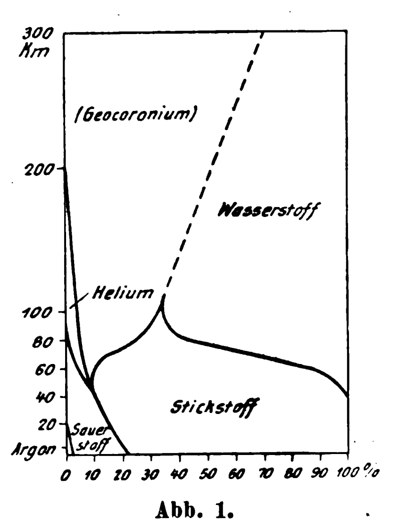


Abb. 1.
Zusammensetzung der Atmosphäre.

Unter der Wirkung der ultravioletten Strahlung setzen sich die Gase der hohen Atmosphärenschichten teilweise zu Ozon, Wasserstoffsuperoxyd und Stickoxyden chemisch um, und diese Gase finden sich daher, von absteigenden Luftströmungen mitgeführt, auch in geringen Mengen in den niederen Atmosphärenschichten, in welchen neben den in konstantem Verhältnis verbleibenden, oben tabellarisch aufgezählten permanenten Gasen der seiner Menge nach wechselnde, gesetzmäßig von Druck und Temperatur abhängige Wasserdampf eine ausschlaggebende Rolle spielt neben Staubmengen, welche von der Erdoberfläche durch Luftströmungen aufwärtsgeführt sind oder von Vulkanausbrüchen stammen.

Diese zahlreichen Gas- und Dampfarten und Fremdkörper wirken auf die zur Erdoberfläche vordringenden Sonnenstrahlen in zweifacher, voneinander grundverschiedener Weise, nämlich erstens durch selektive Absorption, zweitens durch Extinktion. Durch die erstere geht die Strahlungsenergie als solche verloren und wandelt sich in andere (chemische oder thermische) Energieformen. Durch die letztere werden die Strahlen nur aus ihrer geradlinigen Richtung abgelenkt und erreichen als diffuse Himmelsstrahlung auf Umwegen die Erde, von geringen Verlusten durch Rückstrahlung zum Weltenraum abgesehen.

Die Sonnenstrahlung.

Verfolgen wir zunächst die (von der Refraktion abgesehen) geradlinig zur Erde gelangenden direkten Sonnenstrahlen: Für die Abnahme ihrer Intensität mit fortschreitendem Eindringen in die Atmosphäre gilt unter der Voraussetzung, die Atmosphäre sei ein homogenes Medium, die Bouguer-Lambertsche Hypothese, daß eine Schicht von der Dicke 1 immer einen ganz bestimmten Bruchteil des auffallenden Strahls auslöscht, und somit die Formel

$$dJ = -kJdx,$$

wenn J die Intensität des einfallenden Strahls, dJ ihre Schwächung auf der Wegstrecke dx, k eine von dem physikalischen Zustande der Atmosphäre abhängige Konstante ist. Integriert man von $x = 0$, wo die Intensität des einfallenden Strahls J_0 sei, bis $x = z$, wo sie J sei, so folgt:

$$J = J_0 e^{-kz}$$

(e die Basis des natürlichen Logarithmensystems, z die durchlaufene Wegstrecke). Gewöhnlich setzt man zur Vereinfachung $e^{-k} = a$ und erhält so die viel angewandte Extinktionsformel $J = J_0 a^z$.

Wählen wir als Einheitsmaß der vom Strahle durchlaufenen Wegstrecke die Höhe der Atmosphäre in vertikaler Richtung, setzen also $z = 1$, so wird $J = J_0 a$ oder in Worten: a (der Transmissionkoeffizient) ist das Verhältnis des durchgelassenen zum einfallenden Licht $\frac{J}{J_0}$ bei senkrechter Inzidenz (Sonne im Zenit, Standort auf Meeresniveau). An erhöhtem Beobachtungsort ist das Verhältnis des festzustellenden Luftdruckes zu dem im Meeresniveau herrschenden (760 mm) als Exponent zu a in die Formel einzuführen. Mißt man, unveränderten atmosphärischen Zustand vorausgesetzt, bei zwei verschiedenen Sonnenhöhen und erhält demgemäß zwei Gleichungen

$$J_1 = J_0 \cdot a^{z_1} \quad \text{und} \quad J_2 = J_0 \cdot a^{z_2},$$

so ergibt sich aus diesen durch Division und Logarithmierung der Wert des Transmissionskoeffizienten mit

$$\log a = \frac{\log J_2 - \log J_1}{z_2 - z_1}.$$

Die Beziehung zwischen Sonnenhöhe (h) und durchlaufener Wegstrecke (z) ergibt sich nach beistehender kleiner Skizze (Abb. 2) zu $z = \frac{H}{\sin h}$ (bzw. $\frac{1}{\sin h}$ bei Zugrundelegung der Höhenausdehnung der Atmosphäre als Einheit). Die Krümmung der Erde und die Krümmung der Lichtstrahlen infolge Refraktion bedingen durch Rechnung einzusetzende kleine Korrekturen von z. Die Wegstrecken der durchfallenden Strahlen nehmen also etwa umgekehrt proportional dem Sinus der Sonnenhöhe zu, also mit sinkender Sonne anfangs langsam, später aber sehr schnell, wie in nachfolgender kleiner Tabelle:

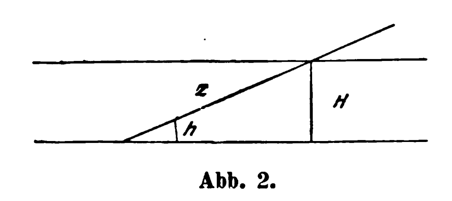


Abb. 2.

Sonnenhöhe	Wegstrecke	Sonnenhöhe	Wegstrecke
90°	1,000	10°	5,600
60°	1,154	5°	10,395
40°	1,553	3°	15,[illegible]65
30°	1,995	1°	26,959
20°	2,904	0°	etwa 35,4

Theoretisch genügen also zwei bei verschiedenen Sonnenhöhen durchgeführte Messungen, um aus ihnen die Größe des Transmissionskoeffizienten und mit seiner Hilfe den Wert der extraterrestrischen Sonnenstrahlung festzustellen, sowie die Intensität der Sonnenstrahlung bei jeder beliebigen durchstrahlten Schichtdicke = Sonnenhöhe = Tageszeit, denn das ist ja doch der mit der Bestimmung des Transmissionskoeffizienten verfolgte Zweck. Infolge der häufig schnell auftretenden Wechsel des atmosphärischen Zustandes begnügt man sich in der Praxis nicht mit zwei Bestimmungen, sondern stellt eine größere Anzahl von Messungen an, ordnet in einem rechtwinkligen Koordinatensystem die Logarithmen der gemessenen Intensitäten und die zugehörigen Wegstrecken einander zu und prüft, ob die so erhaltenen Punkte, der obigen Extinktionsformel entsprechend, auf einer geraden Linie liegen — als Beweis der Konstanz der Verhältnisse während der meist über etliche Stunden sich erstreckenden Messungen.

Die oben gemachte Voraussetzung, die Atmosphäre sei ein homogenes Medium, trifft nun aber keineswegs zu, sie nimmt im Gegenteil von oben nach unten sehr an Dichte zu. Findet diese Zunahme gleichmäßig statt, ist die Atmosphäre also homogen geschichtet, so ändert das an der Deduktion von a und J_0 nichts, wie leicht erkennbar ist, wenn man sich die Atmosphäre durch konzentrische Kugelschalen in beliebig viele Schichten

zerlegt denkt. Da in jeder einzelnen dieser Schichten die Dichte konstant bleibt, so macht es nichts aus, daß die Dichte sich von Schicht zu Schicht ändert, es entsprechen stets die von den Strahlen durchlaufenen Wegstrecken den auf diesen Wegen durchlaufenen Luftmengen. Eine sehr wichtige Einschränkung muß nun aber bei Anwendung von Bouguer-Lamberts Formel auf das Problem gemacht werden: Sie gilt nur für homogene Strahlung, nicht aber, wie im vorliegenden Falle, für filtrierte Strahlung, bei welcher die Strahlen größerer Durchdringungsfähigkeit mit zunehmender Schichtdicke das relative Übergewicht bekommen. Würde man die Gesamtintensität der Sonnenstrahlung mit dem Einheitsmaß der Wärme durch die in 1 Minute auf 1 cm^2 auffallende Wärmemenge in Grammkalorien messen, so würde man ohne Einsetzung von Korrekturen die Transmissionskoeffizienten stets zu groß, den Wert der extraterrestrischen Strahlung stets zu klein finden. Es bedarf also, streng genommen, der Intensitätsbestimmung einer jeden einzelnen Spektrallinie bei verschiedenen Sonnenhöhen und ihrer Extrapolation auf J_0, ihrer extraterrestrischen Intensität, und hiermit sehen wir uns vor ein Problem gestellt, welches auf den ersten Blick unlösbar erscheint.

Die Sonnenstrahlung, spektralanalytisch betrachtet.

Um das Problem in seiner ganzen Größe zu erfassen, müssen wir weiter ausholen:

Zunächst wollen wir uns die Erscheinungen und Gesetze der Temperaturstrahlung vergegenwärtigen, um welche es sich hier handelt, im Gegensatz zum „kalten Licht" der Luminiszenzstrahlung. Denken wir zunächst nur an einen festen oder flüssigen Körper: Ein solcher strahlt, solange seine Temperatur über dem absoluten Nullpunkt (—273°) liegt, aus und er empfängt von allen Seiten Strahlen; strahlt er mehr aus als er empfängt, so fällt seine Temperatur, im anderen Falle steigt sie. Bei niedrigen Temperaturen sendet er nur ganz langwellige, unsichtbare Strahlen aus, zu diesen treten bei zunehmender Temperatur immer kurzwelligere hinzu; bei etwa 420° (in geringen Grenzen abhängig vom Stoff) beginnt die nur die Stäbchen der Netzhaut erregende und daher unstet erscheinende Grauglut, ihr folgt die auch die Zapfen erregende stetige Rotglut bei etwa 525°, bei 1000° glühen die Körper gelb, bei 1200° beginnt die erst bei 1600° ihr Maximum erreichende Weißglut; bei ihr liefern (mit Ausnahme der Oxyde der seltenen Erden) alle festen und flüssigen Körper ein kontinuierliches Emissionsspektrum von Ultrarot bis zu Ultraviolett, welches bei gegebener Temperatur für den einzelnen Stoff nur durch die Lage des Maximums, von dem die Intensität nach beiden Seiten abfällt, charakterisiert ist. Mit weiter steigender Temperatur verschiebt sich das Maximum immer mehr

nach der kurzwelligen Spektralseite; für den absolut schwarzen Körper gilt hierbei das Wiensche Gesetz, daß das Produkt aus Temperatur und Wellenlänge des Maximums konstant ist. Je heißer der strahlende Körper ist, um so mehr überwiegt der Anteil der sichtbaren und ultravioletten Strahlen an der Gesamtstrahlung. Die effektive Temperatur eines strahlenden Körpers ergibt sich, vorausgesetzt daß er wie ein „absolut schwarzer Körper" strahlt, aus dem Stefan-Boltzmannschen Gesetz, nach welchem die Gesamtstrahlung proportional der vierten Potenz der absoluten Temperatur ist, nachdem die Strahlungskonstante für den „absolut schwarzen Körper", von welchem noch die Rede sein wird, durch Lummer und Pringsheim experimentell festgelegt ist. Ganz anders wie die festen und flüssigen Körper verhalten sich leuchtende Gase und Dämpfe: Sie senden stets diskontinuierliche Spektra aus, bei niedrigen Temperaturen Bandenspektra, bei hohen Linienspektra, deren Zahl, Zusammensetzung und Anordnung von der chemischen Beschaffenheit der Stoffe abhängt, und für welche zahlreiche Gesetzmäßigkeiten bestehen. Alle glühenden Gase besitzen nach dem, Allgemeingültigkeit für alle Körper besitzenden, Kirchhoffschen Fundamentalgesetz der Strahlung die Eigenschaft, daß sie dieselben Lichtstrahlen absorbieren, welche sie bei gleicher Temperatur emittieren.

Zerlegen wir die weißgelb erscheinenden Sonnenstrahlen in ihre einzelnen Spektralteile vermittelst eines Prisma oder entwerfen besser, weil die Länge eines prismatischen Spektrums vom brechenden Winkel und dem Dispersionsvermögen der Prismensubstanz abhängig ist, vermittelst eines Gitters ein „natürliches" Spektrum, so finden wir ein von der feurigflüssigen Masse der Photosphäre ausgehendes kontinuierliches Spektrum, durchzogen von zahllosen dunklen Linien, den bekannten Fraunhoferschen Linien, welche die Spektra der an der etwa 700 km mächtigen Basis der Sonnenatmosphäre vorhandenen Gase und Dämpfe darstellen. Die gesamte Sonnenatmosphäre (oder auch Chromosphäre genannt) ist wechselnd zwischen 7000—11000 km dick und besteht oberhalb ihrer Basis meist nur aus Wasserstoff, Kalzium und Helium; die Basis wird auch die „umkehrende Schicht" genannt, weil die in ihr enthaltenen glühenden Gase nach dem oben erwähnten Kirchhoffschen Gesetze diejenigen Strahlen, welche sie selbst aussenden, absorbieren, so daß ihre Spektrallinien nunmehr (als Fraunhofersche Linien) dunkel erscheinen auf dem hellen Untergrund des kontinuierlichen Spektrums. In mühsamer Arbeit hat man, von der (homogensten) roten Kadmiumlinie als Urnormale ausgehend, mehr als 5000 (davon etwa 750 im Ultrarot) Fraunhofersche Linien identifiziert und ihre Lage im Spekrum bis auf $\frac{1}{10000}\,\mu$

(1 Mikron — μ — gleich $\frac{1}{1000}$ mm) genau festgelegt, und wir wissen hieraus, daß die Sonne im wesentlichen aus denselben Elementen aufgebaut ist wie die Erde. Bekanntlich erstreckt sich das Sonnenspektrum über beide Seiten des sichtbaren Teils hinaus ins Ultrarot und Ultraviolett, aber doch nicht so weit, wie es nach dem Charakter des extraterrestrischen Spektrums, insbesondere der Lage seines Maximums, erwartet werden muß, und hieraus schließt man mit Sicherheit auf selektive Absorptionswirkungen durch Gase. Nur fragt es sich, ob diese Absorption in der Erdatmosphäre oder schon in der Sonnenatmosphäre stattfindet, denn es versagen bei Deutung dieser Endabsorptionsbanden die beiden Mittel, welche zur Entscheidung tellurischer und solarer Absorptionslinien im sichtbaren Spektrum angewandt werden, nämlich 1. die Zunahme des deutlichen Sichtbarwerdens der tellurischen Linien mit steigender, dünnere Atmosphärenschichten durchstrahlender Sonne; 2. die Verschiebung der vom sich nähernden Ost- bezw. sich entfernenden Westrande der Sonne gleichzeitig herkommenden gleichartigen Spektrallinien gegeneinander — infolge von Dopplers Prinzip. Im äußersten sichtbaren Rot und im Ultrarot finden sich neben Absorptionslinien auch Apsorptionsbanden, von welchen noch die Rede sein wird.

Wie gesagt, scheint das Problem hoffnungslos, die gesamten Einzellinien dieses langgedehnten Spektrums gleichzeitig oder in so kurzer Zeit auszumessen, daß Sonnenhöhe und atmosphärischer Zustand als konstant angesehen werden können — und dennoch ist es gelöst. Langley hat die sehr sinnreiche Methode erdacht, und er und seine Schüler und Nachfolger Abbot, Fowle und Aldrich haben sie mit großer Experimentierkunst und technischer Geschicklichkeit, fußend auf Millionenstiftungen amerikanischer Mäzene, bis zur sicheren praktischen Anwendungsmöglichkeit ausgebaut und bei stets fortschreitender Vervollkommnung nunmehr schon $1^1/_2$ Jahrzehnte an verschiedenen Orten der Erde und in sehr verschiedenen Höhenlagen angewandt. Die Hauptbeobachtungen sind auf dem 1730 m hohen Mount Wilson in Kalifornien angestellt; viel ist auch in Washington fast im Meeresniveau gemessen, andererseits sind 4420 m Meereshöhe auf dem Mount Whitney in Kalifornien erklommen, und zu Kontrollzwecken sind zwei Expeditionen ausgeführt nach Algier (Bassour, 1160 m Meereshöhe) in eine Entfernung von einem Drittel des Erdumfanges vom gleichzeitigen Beobachtungsort, des Mount Wilson.

Langley legte als Einheitsmaß das der Wärme zugrunde: Alle Strahlen, die kurzwelligen wie die langwelligen, führen demjenigen Körper, der sie restlos absorbiert, eine ihrer Energie entsprechende Wärmemenge zu. Es galt also 1. eine alle Strahlen vollkommen absorbierende Substanz

zu finden, 2. Meßinstrumente zu konstruieren, welche so kleine Energiemengen, wie sie von Spektrallinienbreite entsprechenden Spektralteilen ausgesandt werden, noch sicher anzeigen, 3. eine Methode zu finden, nach welcher die Arbeit in so kurzer Zeit vollbracht werden kann, daß innerhalb derselben die Sonnenhöhe und der atmosphärische Zustand als unverändert angesehen werden können. Die ersten beiden Aufgaben löste Langley mit seinem Bolometer (im Prinzip eine Wheatstonesche Brücke), welches, von Langleys Nachfolger Abbot in seinen Akzessorien weiter ausgebaut, heute folgendermaßen gestaltet ist: Die beiden Teile des ersten Stromkreises bestehen aus zwei möglichst ganz identischen, kunstvoll hergestellten und im Kampferrauch geschwärzten Platinstreifen von 12 mm Länge, 0,06 mm Breite und 0,005 mm Dicke, welche dicht beeinander ruhen; die beiden aus Platinspiralen bestehenden Teile des zweiten Stromkreises lagern jenseits einer nur von der Drahtzuleitung durchsetzten Scheidewand und kommunizieren mit dem in mannigfaltigster Weise zu verstellenden Rheostaten. Die Sonnenstrahlen treten durch einen mit mehreren geschwärzten Diafragmen ausgestatteten, konisch verlaufenden, vorn mit einer Glas- oder Quarzlinse abgeschlossenen luftleeren Raum derart ein, daß sie nur den einen der winzigen Streifen bestrahlen können. Das Ganze ist zwecks Erhaltung gleichmäßiger Temperatur umgeben von einem doppelwandigen, von Wasser stets gleicher Temperatur durchströmten Metallmantel. Die den Strom liefernde Batterie befindet sich ebenso wie das gegen Einflüsse von Erschütterungen und von verirrten elektrischen Strömen aufs energischste geschützte Galvanometer außerhalb; letzteres hat eine Empfindlichkeit von $5{,}10^{-10}$ Ampère und zeigt noch Temperaturdifferenzen des kleinen Streifens von einem Millionstel Grad Celsius an, wenn derselbe infolge Bestrahlung seinen Widerstand proportional der Temperatur ändert und dadurch, das Gleichgewicht des Stromkreises störend, das Galvanometer zum Ausschlag veranlaßt.

Das Bolometer bildet nun gewissermaßen das Auge zweier hintereinander geschalteter Spektroskope, deren zweites aus dem vom ersten entworfenen Spektrum einen linienartigen Streifen ausschneidet — in beiden sind die Linsen durch Spiegel ersetzt. Damit Schlierenbildung durch verschieden temperierte Luftmassen verhindert werde, verläuft der ganze lange Strahlengang in ventilierten Röhren. Synchron mit dem langsam sich drehenden und das ganze Spektrum allmählich über das Bolometer hinwegführenden Prisma zieht sich eine photographische Platte vor dem Galvanometerzeiger senkrecht zu seinen Ausschlägen vorbei und nimmt die ganze Energiekurve der Sonnenstrahlung innerhalb 11 Minuten auf. Sollen auch die letzten Ausläufer des Spektrums im Ultrarot und Ultraviolett mitgenommen werden, so muß das Glasprisma gegen ein Steinsalzprisma bezw.

Quarzprisma ausgewechselt werden, im letzteren Falle wird auch ein Vertausch der Silberspiegel gegen Magnaliumspiegel nötig. Die Originalkurve eines Teiles des ultraroten Spektrums mit den Absorptionsbanden ρ, σ, τ, Φ, Ψ, Ω zeigt (verkleinert) die beifolgende Abb. 3. Die Entfernung von der Grundlinie, also die Höhe der Kurve, entspricht dem dem betreffenden Spektralteile zukommenden Energieanteil. Die Details der Aufnahme sind so fein, daß beispielsweise im sichtbaren Spektrum die zwischen den beiden D-Linien des Natriums stehende zarte Nickellinie noch zum Ausdruck kommt. Die so erhaltene Kurve ist in ihrer Gestalt noch abhängig von der Optik des Systems, im speziellen von der Dispersionsgröße

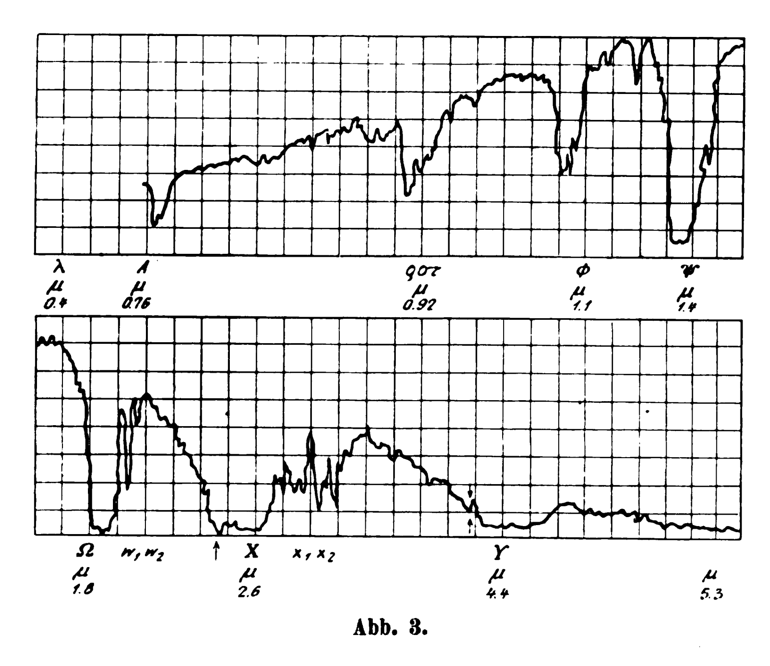


Abb. 3.

des Prismas, und muß durch Rechnung überführt werden in eine Kurve des normalen Spektrums. Abb. 4 zeigt eine so gewonnene Kurve des gesamten normalen Spektrums in sehr verkleinertem Maßstabe.

Um nun nicht nur die Energieverteilung, sondern auch die Energie jedes beliebigen Spektralteils in absolutem Maß festzustellen, bedarf es der gleichzeitigen Messung der Gesamtenergie nach der später zu besprechenden pyrheliometrischen Methode und der Gleichsetzung der nach ihr erhaltenen Anzahl Grammkalorien pro Minute und Quadratzentimeter mit der von der gesamten Energiekurve umschriebenen Fläche. Es ergibt sich alsdann auch der auf jeden einzelnen, von beliebigen Spektrallinien eingeschlossenen Flächenraum entfallende Energiebetrag, d. h. die Energie eines jeden

gewünschten größeren oder kleineren Spektrumteils! Aus zweien oder mehreren solcher an ungestörten Tagen bei verschiedenen Sonnenhöhen aufgenommenen Kurven lassen sich nach dem oben beschriebenen Verfahren die Transmissionskoeffizienten und die extraterrestrischen Intensitäten einer jeden beliebigen Spektrallinie und damit die extraterrestrische Energiekurve der Sonnenstrahlung ableiten, nachdem die oben erwähnten erst in der Erdatmosphäre entstehenden Absorptionsbanden im äußersten sichtbaren Rot und im Ultrarot bei der Flächenauswertung der aufgenommenen Kurven entsprechend berücksichtigt sind. Gleichzeitig erhält man bei diesem Verfahren auch den Energiewert der extraterrestrischen Sonne in Wärmeeinheiten, die sogen. „Solarkonstante". In der Praxis genügt es, für 44 annähernd gleichmäßig über das Spektrum verteilte Spektrallinien die Ausmessung und Berechnung durchzuführen und aus ihnen die Gesamtkurve zu konstruieren. Die Form und Größe der Absorptionsbanden, ihre Beziehung zur Sonnenhöhe, ihre Konstanz oder Veränderlichkeit haben für die meisten die sichere Deutung ihrer Herkunft ermöglicht und für die vom Wasserdampf herstammenden eine sehr enge Beziehung zwischen dem Wasserdampfgehalt der Luft und der verschiedenen Tiefe der Kurvensenke ergeben. Ja es ist gelungen, mit Hilfe dieser spektroskopischen Methode den absoluten Wasserdampfgehalt der Luft zu bestimmen, nachdem durch Laboratoriumsversuche größten Stils (mit Hilfe von 128—246 m langen, Wasserdampf verschiedener Dichte und Temperatur enthaltenden Röhren und Extrapolation der aus ihnen gefundenen Resultate auf die Größenverhältnisse der Atmosphäre) die Beziehung zwischen Tiefe der Kurvensenken und absolutem Wasserdampfgehalt festgelegt worden ist. Auf diese Weise erhalten wir Aufschluß über den Wasserdampfgehalt der gesamten durchstrahlten, also auch allerhöchsten Atmosphärenhöhen, und die Vergleichsproben mit den Aufzeichnungen von Pilotballons haben gut übereinstimmende Resultate ergeben. Die den Wasserdampfgehalt und die Gesamtintensität der Sonnenstrahlung verbindende, aus den Beobachtungen abgeleitete Formel werden wir noch kennen lernen.

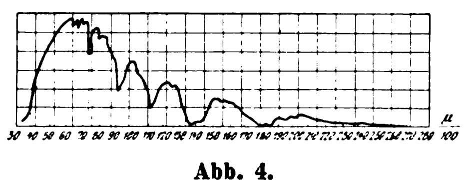


Abb. 4.
Normalspektrum.

Bilden diese bewundernswerten amerikanischen Messungen auch zweifelsohne den Ausgang der durchgreifenden systematischen Erforschung der Sonnenstrahlung und sind sie auch heute noch die führenden, so hat es an wertvollen, ergänzenden und kontrollierenden an anderen Orten wahrlich auch nicht gefehlt. Am astrophysikalischen Observatorium in

Potsdam ist seit 1912 eine ähnlich weitgreifende Registrieranlage unter Wilsings, auf verwandtem Gebiet schon bestbewährten Händen entstanden, und eine größere Anzahl feinst erdachter und feinst durchgeführter, auf recht verschiedenen physikalischen Methoden beruhender, leicht übersichtlicher und transportabler Instrumente ist zu ausgiebigen und peinlichst durchgeführten Beobachtungen in einzelnen, und zwar recht verschiedenen Spektralteilen an geographisch, klimatisch und der Höhenlage nach sehr verschiedenen Orten der Erde verwandt, und sie dienen zu einer erwünschten Kontrolle der amerikanischen Registriermethode, welche hauptsächlich wegen der Umständlichkeit der Apparatur und der dadurch gegebenen Möglichkeit unerkannt gebliebener Fehlerquellen zu bisweilen recht ungerechten und in allen ausschlaggebenden Teilen als widerlegt anzusehenden Kritiken Veranlassung gegeben hat. Wir werden auf die für diese kontrollierenden Messungen an einzelnen Spektrallinien angewandten Instrumente und Methoden noch später zurückkommen, wenn wir die nutzbringenden Untersuchungen breiterer Spektralausschnitte besprechen, und wollen hier zunächst die Hauptresultate zusammenstellen, welche sich insgesamt aus allen in spektral zerlegtem Licht angestellten Messungen und ihrer Kombination mit den pyrheliometrischen Bestimmungen bisher ergeben haben.

Die Solarkonstante, d. h. die Intensität der Sonnenstrahlung bei ihrem Eintritt in die Erdatmosphäre oder die daselbst einem Quadratzentimeter in der Minute auf dem Wege der Strahlung zugeführte Energie, beträgt in Grammkalorien 1,925 $\left(\frac{\text{gr. kal.}}{\text{min. cm}^2}\right)$. Dies ist ein Mittelwert aus vielen Hunderten von Messungen, in Wirklichkeit schwanken die Werte um einige Prozent in Abhängigkeit von der Sonnentätigkeit derart, daß eine Zunahme der Sonnenfleckenzahlen mit einer Zunahme des Wertes der Solarkonstante einhergeht. Hierbei entspricht in roher Annäherung einer Vermehrung der Fleckenzahl um 100 eine Vermehrung der Solarkonstante um 0,07 kal. In noch sicherer Beziehung als zur Fleckenzahl scheint die Sonnenstrahlung nach den jüngsten Forschungen zu der Veränderung der Helligkeitsverteilung über die ganze Sonnenscheibe zu stehen: Mit abnehmendem Helligkeitskontrast zwischen Sonnenzentrum und Sonnenrand nimmt der Wert der Solarkonstante ab. Hiernach wären die Strahlungsschwankungen weniger die Folge der Durchbrechung einzelner Stellen der Sonnenumhüllung als einer die ganze Sonnenkugel betreffenden Änderung. Periodische Schwankungen von der Dauer einiger Tage hat man zeitweise zu beobachten geglaubt, sie sind aber doch wohl noch nicht als sichergestellt zu betrachten; solche von Stundendauer, welche man in Analogie zu periodischen Helligkeitsänderungen gleichaltriger Fixsterne mutmaßte, müssen sofern sie vorhanden sind, unterhalb 1 % liegen. Die Temperatur der

Photosphäre der Sonne berechnet sich sowohl aus der Solarkonstante wie auch aus der Lage des Maximums der Energie innerhalb des Spektrums nach den oben erwähnten Stefanschen und Wienschen Gesetzen in ziemlich guter Übereinstimmung untereinander auf etwa 6000° Celsius, vorausgesetzt daß die Sonne wie ein schwarzer Körper strahlt. Nach Abweichungen der Energiekurve des extraterrestrischen Sonnenspektrums von der des schwarzen Körpers muß man die Temperatur höher, zwischen 6000—7000° liegend, schätzen.

Das extraterrestrische Sonnenspektrum. Die Energieverteilung im Sonnenspektrum außerhalb der Erdatmosphäre zeigt für den Spektralbezirk 0,3 – 3,0 μ die beistehende Abb. 5. Die Wellenlängen sind in der Abbildung in $\frac{1}{100}$ μ angegeben, das für die Energie(Intensitäts-)verteilung gewählte Maß ist ein willkürliches. Auch die Energieverteilung über das Spektrum schwankt um wenige Prozent, wie es nach der Konstitution der Sonne im voraus zu erwarten ist. Das Maximum liegt bei 0,47 μ und fällt von hier aus nach der kurzwelligen Seite schneller als nach der langwelligen. Betrachten wir den Spektralteil des sichtbaren Lichtes zwischen etwa 0,40 und 0,76 μ, so können wir aus der Kurve schließen, daß die Sonne außerhalb der Erdatmosphäre dem menschlichen Auge bläulich erscheinen muß. Da die Konstruktion der extraterrestrischen Energiekurve auf einem Extrapolationsverfahren beruht, wie oben des näheren beschrieben ist, so läßt sich natürlich nichts über die Existenz und den Anteil derjenigen Strahlen aussagen, welche — in der Erdatmosphäre absorbiert — nicht zur Erdoberfläche gelangen. Wie schon oben erwähnt, muß die Photosphäre der Sonne nach dem Charakter ihres kontinuierlichen Spektrums sowohl kürzere wie auch längere Wellenlängen emittieren, als sie an der Erde nachweisbar sind. In dem extrapolierten extraterrestrischen Sonnenspektrum entfallen von der Gesamtenergie etwa 43% auf das Ultrarot, 52% auf das sichtbare Spektrum und 5% auf das Ultraviolett.

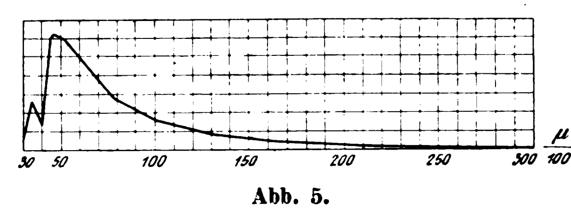


Abb. 5.
Energiespektrum der Sonne außerhalb der Atmosphäre.

Das terrestrische (an der Erdoberfläche beobachtete Sonnenspektrum. Auf seine Gesamtenergie, gemessen durch die Wärmestrahlung, wird weiter unten eingegangen werden. Bestimmt die Sonnenhöhe, d. h. die Weglänge der Strahlen in der Erdatmosphäre, die Gesamt-

energie der am Erdboden anlangenden Sonnenstrahlung zu einem wesentlichen Teil, so hängt die Energieverteilung innerhalb des Spektrums fast ausschließlich von der Sonnenhöhe ab, denn es verlieren mit zunehmender Weglänge die kurzwelligen Strahlen viel schneller an Intensität als die langwelligen. Daher hat im terrestrischen Sonnenspektrum bei mittlerer Sonnenhöhe das Ultrarot etwa 60%, das sichtbare Spektrum etwa 40% Anteil an der Gesamtenergie und das Ultraviolett nur noch kaum 1%, und bei niedriger sinkender Sonne schwindet des letzteren Teil immer mehr bei gleichzeitiger schnellerer Zunahme des ultraroten Teiles. Auch bei Zenitsonne liegt das Intensitätsmaximum nicht mehr, wie bei der extraterrestrischen Sonne, im Blaugrün, sondern im Gelb, und es wandert bei mittelhoher Sonne ins Gelborange (wie in Abb. 4) und bei tiefer Sonne ins Rot — jedem ist dieser Farbenwechsel der Sonne aus eigener Anschauung bekannt. Auch im terrestrischen Sonnenspektrum fällt die Energiekurve vom Maximum nach der kurzwelligen Seite viel schneller ab als nach der langwelligen: diese ungleiche seitliche Verteilung, die Länge des ultraroten, die Kürze des ultravioletten Teils, verursachen mehr noch als die ungleiche Höhe die verschiedene Intensität, den überwiegend großen Anteil des ultraroten, den verschwindend kleinen des ultravioletten Spektralteils an der Gesamtenergie.

Die Gesetze der Strahlenzerstreuung und die theoretische Ableitung der Sonnenintensität für jeden beliebigen Ort. Auf S. 471—473 haben wir die Sonnenstrahlen auf ihrem Wege durch die Atmosphäre verfolgt unter der Voraussetzung einer stets gleichbleibenden, aber noch unbekannten Gesetzmäßigkeit, nach welcher ihre Schwächung erfolgt. Dieser Gesetzmäßigkeit wollen wir nunmehr nachforschen: Die Gesetze, nach welchen die Sonnenstrahlen bei ihrem Durchgang durch die Atmosphäre eine Schwächung erfahren, sind recht zufriedenstellend geklärt. Es wurde schon S. 471 erwähnt, daß grundsätzlich zu scheiden ist zwischen „selektiver Absorption“ bei Umsetzung der Energie der Strahlung in eine andere Energieform und „Extinktion“ infolge Ablenkung der Strahlen in andere Richtungen.

Durch selektive Absorption wird insbesondere die Schwächung und das vorzeitige Ende des Sonnenspektrums im Ultrarot und Ultraviolett herbeigeführt, in ersterem durch die teilweise aus Abb. 3 ersichtlichen Absorptionsbanden des Wasserdampfes (2,2—3,0 μ; 4,5—6,3 μ), der Kohlensäure (2,3—3,0 μ; 4,2—4,4 μ; 12,5—16,5 μ) und des Ozons (9,5—9,9 μ), wobei als neue Energieform die Wärme auftritt, in letzterem zu einem Teil gleichfalls durch Absorption durch Ozon. Zum jähen Abbruch des Sonnenspektrums im Ultraviolett wirken auch noch andere Ursachen mit: Nach Lenards und Ramsauers klassischen Untersuchungen müssen die

kurzwelligsten ultravioletten Strahlen ($\mu < 0{,}18$) bereits in den allerhöchsten, von sehr verdünnten Gasen erfüllten Schichten unter Erzeugung von Elektrizitätsträgern absorbiert werden, und Strahlen der Wellenlängen von 0,18—0,29 μ dienen, wie bereits oben gestreift, in den vom Sauerstoff gerade noch erreichten Höhen zu seiner chemischen Umsetzung in Ozon und zur Bildung von Nebelkernen (Wasserstoffsuperoxyd, Stickoxyde usw.) durch chemische Einwirkung des Ozons auf Ammoniak. Hier wandelt sich also die Energie der Strahlung in die chemische Energieform um. Das ultraviolette Ende des Spektrums hängt von der Sonnenhöhe ab, und zwar, wenn auch wohl nur annähernd, in der von Cornu gefundenen gesetzmäßigen Weise, daß die letzterhaltenen Wellenlängen und die Logarithmen der Sinus der Sonnenhöhen die Gleichung einer Geraden erfüllen. Der Verfasser hat diese Gesetzmäßigkeit für die Jahresmittel durch regelmäßige Dauerregistrierungen im allgemeinen bestätigen können; er fand die Beziehung zwischen Sonnenhöhe und kleinster Wellenlänge folgendermaßen:

Sonnenhöhe	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°
Wellenlänge in $\mu\mu$	315,8	310,6	307,8	305,6	304,3	302,8	301,6	299,7	298,5	298,4	297,9

Man erkennt, daß der Unterschied der Ausdehnung des ultravioletten Spektrums bei hoher und niedriger Sonne ein recht bedeutender ist. Gleichzeitig konnte der Verfasser durch über Jahre fortgesetzte Beobachtungen nachweisen, daß die Jahreszeiten von wesentlichem Einflusse sind, daß z. B. — auf gleiche Sonnenhöhen bezogen — im Herbst stets kleinere Wellenlängen gefunden werden als im Frühjahr. Über die Zunahme der Länge des ultravioletten Spektrums mit der Elevation über den Meeresspiegel liegen entscheidende Resultate noch nicht vor. Unter günstigsten Verhältnissen ist die Wellenlänge 289,6 μμ beobachtet — es kommt bei diesen äußersten Ausläufern recht sehr auf die Qualität der angewandten Optik an. Auf der langwelligen Seite sind jenseits 5 μ nur noch Spuren von Strahlenwirkung bei 13—18 μ nachgewiesen. Auch nach ganz langwelligen Wärmestrahlen hat man minutiös gesucht, sie aber nicht finden können, obwohl ultrarote Strahlen bis zu 340 μ Länge bekannt sind. Der selektive Absorptionseffekt beschränkt sich nicht auf das Ultrarot und das Ultraviolett, sondern tritt auch im sichtbaren Spektrum auf, hier hervorgerufen von den permanenten Gasen. Sie verursachen eine zwar nur sehr flache, aber ziemlich weitgedehnte Depression der Kurve von 0,535 bis 0,650 μ (maximal zwischen 0,570 und 0,580), und die in der Abb. 3 bei 0,76 μ erkennbare A-Bande sowie eine ähnliche, bei 0,69 μ liegende B-Bande entstehen ausschließlich durch den Sauerstoff der Luft. Sämtliche Absorptionsbanden außer ω_1 bei 2,01 μ und ω_2 bei 2,05 μ sind ihrer

Herkunft nach identifiziert. Da 95—99% aller zur Erde gelangenden Sonnenstrahlen dem von 0,3 μ und 2,4 μ begrenzten Spektralteil zugehört, so interessiert im wesentlichen nur die selektive Absorption:

1. der permanenten Gase, welche ausschließlich von der Sonnenhöhe, also der Weglänge der Strahlen abhängt (dies gilt auch für die Banden ω_1 und ω_2 noch unbekannter Herkunft);

2. des Wasserdampfs, welche außer von der Sonnenhöhe auch von dem jeweiligen Wasserdampfgehalt der gesamten Atmosphäre abhängig ist. Über letztere Beziehung wurde schon S. 478 gesprochen. Vom Staubgehalt der Luft wird zunächst abgesehen.

Die die Extinktion verursachende Ablenkung der Sonnenstrahlen geschieht auf mannigfache Weise durch Beugung, Brechung, spiegelnde und diffuse Reflexion. Der relative Anteil dieser verschiedenen physikalischen Effekte hängt von dem Reinheits- und Feuchtigkeitsgrad und der Dichte der Luft ab. Staubfreiheit vorausgesetzt, überwiegt der Beugungs(Diffraktions-)effekt wohl stets, und zwar um so mehr, je trockener die Luft ist. Hierbei ist nicht die uns durch den Hof um Mond und Sonne bekannte Strahlenbeugung an Wassertröpfchen und Eiskristallen ausschlaggebend, sondern die molekulare Diffraktion an den Luftmolekeln selbst. Hier gilt das von Lord Rayleigh für trübe (d. h. durch ultramikroskopisch kleine Körper in der Durchsichtigkeit geschwächte) Medien theoretisch abgeleitete und dann experimentell bestätigte Gesetz: Treffen Strahlen auf Teilchen, welche gegenüber ihrer Wellenlänge klein sind, so werden sie von denselben umgekehrt proportional der vierten Potenz ihrer Wellenlängen zerstreut. Nach diesem Gesetz muß also der durch die Atmosphäre durchfallende Sonnenstrahl um so reicher an langwelligem (rotem) Licht werden, je weiter er vordringt und auf je mehr zerstreuend wirkende Luftpartikel er dabei stößt. Teilchen, welche auch noch ultramikroskopische Größe besitzen, aber nicht mehr klein gegenüber der Wellenlänge des Lichtes sind, wirken diffus reflektierend und zerstreuen alsdann die auffallenden Strahlen nicht umgekehrt proportional der vierten, sondern etwa umgekehrt proportional der zweiten Potenz der Wellenlänge der Strahlen. Die Grenze der durch molekulare Beugung und durch diffuse Reflexion wirksamen Partikelgröße wird man nach neuesten Untersuchungen für weißes Licht in roher Annäherung bei 0,18 μ zu suchen haben, denn (kugelförmig gedachte) Teilchen, deren Durchmesser kleiner als 0,18 μ ist, zeigen noch nicht die Farbe des kompakten Materials. Annähernd nach diesem letzteren Gesetz der diffusen Reflexion zerstreut der Wasserdampf die Strahlen, und man schließt hieraus, daß der Wasserdampf stets mehr als Molekelgröße hat infolge Verbindung mit Ionen (Molisierung) oder mit den oben erwähnten Kondensationskernen, oder gar mit trockenem Dunst (Staub). Der Wasser-

dampf übt somit ebenso wie die Luftmolekeln eine doppelte Wirkung auf die durchfallenden Strahlen aus, eine absorbierende und eine zerstreuende. nur überwiegt bei den permanenten Gasen der Luft weitaus die letztere. beim Wasserdampf dagegen die erstere.

Aus seinem gewaltigen Beobachtungsmaterial hat Fowle eine einfache Gesetzmäßigkeit abgeleitet, welche, mathematisch geschrieben, folgendermaßen lautet:

$$i_\lambda = i_{o\lambda} \left(a_{\alpha\lambda} \cdot a_{\omega\lambda}^{\omega}\right)^z.$$

Sie erklärt sich wohl nach Hinweis auf S. 471 an Hand der beistehenden Tabelle am leichtesten durch ein Beispiel:

Solare Energiekurve ($i_{o\lambda}$) mit Transmissionskoeffizienten für trockene Luft ($a_{\alpha\lambda}$) und Wasserdampf (1 cm Niederschlag) ($a_{\omega\lambda}$).

λ	0,30	0,325	0,35	0,375	0,39	0,42	0,43	0,45	0,47	0,5[illegible]
$i_{o\lambda}$	(539)	1271	2684	3459	3614	5251	5321	6027	624[illegible]	6062
$a_{\alpha\lambda}$	—	—	(0.626)	0,695	0,731	0,793	0,808	0,837	0,858	0,8[illegible]3
$a_{\omega\lambda}$	—	—	0,926	0,942	0,947	0,955	0,957	0,961	0,963	0,9[illegible]8

λ	0,55	0,60	0,70	0,80	1.00	1,30	1,60	2,00	2,50	3.00
$i_{o\lambda}$	5623	5042	3644	2665	1657	898	532	247	43	(14
$a_{\alpha\lambda}$	0,901	0,917	0,963	0,982	0,992	0,997	0,999	0.999	0.999	—
$a_{\omega\lambda}$	0,972	0,972	0,982	0,985	0,987	0,987	0,987	0,986	0,982	—

Ist $a_{\alpha\lambda} = 0{,}808$ der Transmissionskoeffizient für die Wellenlänge 0.430 auf dem Mount Wilson (620 mm Quecksilberdruck) bei Zenitsonne ($z = 1$) und ganz trockener Luft und wird von der übrigen Strahlung $a_{\omega\lambda} = 0{,}957$ bei dem Wassergehalt von 1 cm durchgelassen, und ist

$$i_{o\lambda} = \frac{5321}{m} \cdot n \, \frac{\text{gr. kal.}}{\text{min. cm}^2}$$

die Intensität des Lichtes der Wellenlänge 0,430 (nämlich das Verhältnis 5321 [laut Tabelle]) der relativen Intensität zur mittleren Intensität des Gesamtspektrums (m) multipliziert mit der Gesamtintensität von (n) gr. kal. — m und n sind aus den mir zur Verfügung stehenden Tabellen zahlenmäßig nicht zu entnehmen — so ist die gesuchte Intensität derselben Wellenlänge (i_λ) in Washington (im Meeresniveau = 760 mm Quecksilberdruck) bei der Sonnenhöhe 30°, entsprechend der Weglänge der Strahlen $z = 2{,}00$ und bei einem Wassergehalt von 1,50 cm

$$i_\lambda = \frac{5321}{m} \cdot n \left(0{,}808^{760/620} \cdot 0{,}957^{1{,}50/1{,}00}\right)^2 \frac{\text{gr. kal.}}{\text{min. cm}^2}.$$

Der Wassergehalt wird von Fowle nicht, wie meist üblich, in Millimetern Quecksilberdruck des Wasserdampfs angegeben, sondern in Zentimetern Wasserhöhe der aus der gesamten über dem Beobachtungsort

stehenden vertikalen Luftsäule ausfällbaren Wassermenge. **Fowle** bestimmt ihn, wie S. 478 auseinandergesetzt, spektroskopisch; in Ermangelung solcher Messung kann er ersetzt werden durch Ableitung aus **Hanns** Formel $2{,}3 . e . 10^{-\frac{h}{22000}}$, in welcher e der Dampfdruck in Zentimetern und h die Seehöhe in Metern ist.

Auf die oben exemplifizierte Weise kann, wie man sieht, die Energie i_λ einer jeden beliebigen Spektrallinie (λ) eines jeden beliebigen Ortes bei jeder beliebigen Sonnenhöhe (Tageszeit) abgeleitet werden und damit auch die zugehörige Gesamtintensität der Sonnenstrahlung. Eine Anwendung dieser empirisch auf dem Mount Wilson gefundenen Formel auf die nach verschiedenen physikalischen Methoden gewonnenen Messungsresultate von neun in Amerika, Europa und Asien in von 10—4420 m variierender Meereshöhe gelegenen Orten hat im allgemeinen die Berechtigung zur Anwendung der Formel ergeben, solange nicht trockener Dunst, d. h. Staub auftritt. Bei Abwesenheit von Staub — und das gilt nach den neun zur Vergleichung anstehenden Beispielen für die oberhalb 1000 m gelegene Atmosphäre — ist die Formel mit etwa 1% Genauigkeit an klaren Tagen anwendbar. Durch den Staub ändern sich die Absorptionskoeffizienten in verschiedener Weise zwischen 4 und 7%, scheinbar ohne Abhängigkeit von der Wellenlänge, solange die Staubteilchen kleiner als 3 μ bleiben. Wie groß die Intensitätsverluste der gesamten Sonnenstrahlung werden, wenn man vom Berg zur Ebene und aus der trockenen Luft in die feuchte steigt, und wie sie sich mit sinkender Sonne mehren, geht aus folgenden, den wahren Messungen entnommenen und rechnerisch mit der diskutierten Formel gut übereinstimmenden Tabellenwerten hervor.

Mount Whitney.

Energieverlust durch trockene Luft und Wasserdampf.

Höhe 4420 m. Barometerstand 44,7 cm. Einfallende Strahlung 1,93 gr. kal. pro Quadratzentimeter und Minute.

Wasserdampfgehalt	Wegstrecke Sonnenhöhe	z = 1 90°	z = 2 30°	z = 3 19,3°	z = 4 14,3°	z = 5 11,3°	z = 7 7,9°
		Verlust Proz.	Verlust Proz.	Verlust Proz.	Verlust Proz.	Verlust Proz.	Verlust Proz.
0,00 cm	durch Luft zerstreut .	7,3	11,9	16,1	19,7	22,8	28,5
	durch Luft absorbiert.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0
	Gesamtverlust . . .	8,0	12,0	17,0	20,0	23,0	30,0
0,11 cm	durch H_2O zerstreut .	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0
	durch H_2O absorbiert .	4,1	5,2	5,7	6,2	6,2	6,7
	Gesamtverlust . . .	12,0	18,0	23,0	27,0	31,0	37,0
0,50 cm	durch H_2O zerstreut .	1,0	2,1	3,1	3,6	4,1	5,2
	durch H_2O absorbiert .	6,2	7,8	8,3	8,8	9,4	10,4
	Gesamtverlust . . .	15,0	22,0	28,0	33,0	37,0	45,0

Mount Wilson.

Energieverlust durch trockene Luft und Wasserdampf.

Höhe 1730 m. Barometerstand 62,3 cm. Einfallende Strahlung 1,93 gr. kal. pr Quadratzentimeter und Minute.

Wasserdampfgehalt	Wegstrecke Sonnenhöhe	z = 1 90°	z = 2 30°	z = 3 19,3°	z = 4 14,3°	z = 5 11,3°	z = 7 7,9°
		Verlust Proz.	Verlust Proz.	Verlust Proz.	Verlust Proz.	Verlust Proz.	Verlust Proz.
0,00 cm	durch Luft zerstreut .	7,8	14,5	19,7	24,4	28,0	34,2
	durch Luft absorbiert .	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0
	Gesamtverlust . . .	8,0	15,0	20,0	25,0	29,0	35,0
0,33 cm	durch H_2O zerstreut .	1,0	1,0	2,1	2,1	2,1	2,6
	durch H_2O absorbiert .	5,7	6,7	7,3	7,8	8,3	8,8
	Gesamtverlust . . .	15,0	23,0	30,0	35,0	39,0	47,0
2,00 cm	durch H_2O zerstreut .	4,7	6,7	9,8	10,9	13,0	14,5
	durch H_2O absorbiert .	9,3	10,9	11,9	12,4	12,4	13,0
	Gesamtverlust . . .	22,0	33,0	42,0	49,0	54,0	63,0

Washington.

Energieverlust durch trockene Luft und Wasserdampf.

Höhe: Meeresniveau. Barometerstand 76,0 cm. Einfallende Strahlung 1,93 gr. kal. pro Quadratzentimeter und Minute.

Wasserdampfgehalt	Wegstrecke Sonnenhöhe	z = 1 90°	z = 2 30°	z = 3 19,3°	z = 4 14,3°	z = 5 11,3°	z = 7 7,9°
		Verlust Proz.	Verlust Proz.	Verlust Proz.	Verlust Proz.	Verlust Proz.	Verlust Proz.
0,00 cm	durch Luft zerstreut .	9,3	17,1	22,8	27,5	31,6	37,5
	durch Luft absorbiert .	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Gesamtverlust . . .	10,0	18,0	23,0	28,0	32,0	38,0
0,5 cm 15. Febr.	durch H_2O zerstreut .	4,1	7,8	10,9	13,5	15,5	19,2
	durch H_2O absorbiert .	6,2	6,7	7,3	7,3	7,3	7,3
	Gesamtverlust . . .	20,0	32,0	42,0	49,0	55,0	65,0
2,4 cm 14. Mai	durch H_2O zerstreut .	19,7	29,0	34,7	38,3	40,4	43,0
	durch H_2O absorbiert .	8,3	8,3	7,8	7,3	6,7	5,2
	Gesamtverlust . . .	38,0	55,0	66,0	74,0	79,0	85,0

Die ersten beiden Zeilen jeder Tabelle enthalten die seitens der permanenten Gase durch molekulare Zerstreuung bzw. selektive Absorption verursachte Schwächung; dieser zweifache, in der dritten Zeile summiert aufgeführte Energieverlust ist stets vorhanden. Die folgenden Zeilen geben den jeweiligen Energiebetrag an, welcher durch die wechselnde Menge des Wasserdampfs zerstreut bzw. absorbiert wird; in jeder dritten Zeile ist der Gesamtverlust durch Luft + Wasserdampf aufgeführt.

Bei mittlerer Sonnenhöhe geht hiernach auf höchsten Bergeshöhen etwa ein Fünftel, auf bewohnbaren Höhen des Hochgebirges etwa ein Viertel bis ein Drittel, in der Ebene mehr als die Hälfte der einfallenden Sonnenstrahlen verloren, bei niedriger Sonne und feuchter Luft verbleiben in der Großstadt Washington nur etwa 14%. Die an diesem Ort durch Staub zerstreute Strahlung ist mitenthalten in der „durch H_2O zerstreut" benannten Rubrik. Di

auf die Staubzerstreuung entfallende Energieverlust betrug am 15. Februar 3%, am 14. Mai 14% — er wechselt natürlich in Abhängigkeit von der Wetterlage und äußeren Verhältnissen recht stark. Nach diesen und verwandten Messungen stammt bei staubfreier Luft der beim Durchgang der Sonnenstrahlung durch die ganze Atmosphäre bis zum Meeresniveau entstehende Strahlungsverlust etwa zur Hälfte von den permanenten Gasen der Atmosphäre und zur anderen Hälfte vom Wasserdampf, wobei — wie schon oben betont — die permanenten Gase weitaus am meisten durch Extinktion und nur zu einem kleinen Teil durch selektive Absorption, der Wasserdampf dagegen überwiegend durch selektive Absorption bei relativ geringer Extinktion wirken. Je höher man sich über den Meeresspiegel erhebt, um so mehr tritt die Wirkung des Wasserdampfs zurück gegenüber der der Luftmolekeln.

Bei Anwendung der auf dem Mount Wilson im Mittel gefundenen Zahlen auf die Verhältnisse der ganzen Erde ergibt sich: Von der gesamten Energiemenge, welche die Sonne der Erde zustrahlt, gelangen nur 75% bis zu 1800 m Höhe und nur 50% bis zum Meeresniveau, und unter Berücksichtigung der Bewölkung sogar nur 52% resp. 24%. Im Mittel erhält also durch direkte Sonnenstrahlung das Meeresniveau nicht die Hälfte derjenigen Strahlungsenergie, welche zu 1800 m Höhe gelangt.

Die Sonnenstrahlung, nach ihren Hauptwirkungen betrachtet.

So wunderbaren Aufschluß uns nun auch diese, das Problem von der rein physikalisch-mathematischen Seite angreifende spektral-analytische Methode über das innere Wesen der Sonnenstrahlung gebracht hat, so genügen ihre Resultate doch nicht in allen Dingen den Anforderungen der Praxis. Gegen die rechnerische Übertragung der von Abbot auf dem Mount Wilson gefundenen, zu einem großen Teil an anderen Orten kontrollierten Zahlen auf die ganze Erde besteht vor allem der Einwand, daß der unterhalb 1000 m Meereshöhe meist einen sehr großen und wechselnden Einfluß ausübende Staubgehalt ohne Beobachtung rechnerisch unformulierbar ist. Auch die Fowlesche Korrekturformel für den Wasserdampf dürfte kaum eine genügende Allgemeingültigkeit haben: In Potsdam trifft sie, wie Wilsing mit seiner feinen Apparatur nachgewiesen hat, für kleine Wellenlängen (insbesondere zwischen 0,451 und 0,498 μ) nicht zu, und aus der keineswegs überall eindeutigen Beziehung zwischen Ausstrahlung und Wasserdampf, auf welche noch die Rede kommen wird, wird man auch bei der Einstrahlung größere Variationen von Ort zu Ort unter dem Einflusse einer und derselben Menge Wasserdampf mutmaßen dürfen. Fernerhin sind die von Abbot im Ultraviolett angestellten Beobachtungen wohl zweifellos durch fremdes Licht beeinträchtigt, und er hat auch nicht bis zum

Ende des ultravioletten Spektrums vordringen können, denn die Energie der Strahlung ist dort für die schwerfällige Apparatur und das angewandte Wärmemaß zu gering; es bedarf anderer Methoden, um über diesen, trotz seiner geringen Energie biologisch starke Effekte auslösenden Spektralteil Kenntnisse zu gewinnen. Schließlich kann sich — was das Ausschlaggebende ist — die medizinische und biologische Praxis nicht mit Jahresmitteln aus allerklarsten Tagen, wie sie zur physikalischen Lösung des Problems fast ausschließlich herangezogen sind, begnügen; sie will Aufschluß haben über den auch bei gleichbleibenden Sonnenhöhen vorhandenen Einfluß der Jahres- und Tageszeiten, über den Einfluß der meteorologischen Elemente, über die Strahlungssummen und ihre Verteilung über Tag und Jahr. Hierbei wird sie sich nicht befriedigen lassen durch eine Auskunft über die jederzeitige Gesamtintensität der Sonnenstrahlung, andererseits aber wird sie Maße, welche sich auf einzelne Spektrallinien beziehen, nicht verwerten können, sie wird stets anknüpfen an die bekannten Hauptwirkungen der Strahlen und daher Unterfragen stellen nach der Intensität der Wärme-, Helligkeits-, chemisch wirksamen und bakteriziden Strahlen und bei fortschreitendem Interesse wohl noch nach Einzelteilen dieser relativ großen Spektralbezirke. Mannigfache Methoden und Instrumente vielfach sinnreichster Art und teilweise künstlerisch-technischer Ausführung streben danach, solche Fragen zweckentsprechend zu beantworten.

Vergegenwärtigen wir uns als Übergang zur Betrachtung dieser auf den verschiedenen Wirkungen der einzelnen Spektralteile beruhenden Meßmethoden und der durch sie erzielten Resultate die verschiedenen Arten der Ätherstrahlung in ihrer Gesamtheit: Der hypothetische, gewichtslose (oder wohl besser gesagt „von den wägbaren Stoffen wesentlich verschiedene“), kontinuierlich den Raum erfüllende, inkompressible Äther, dessen Vorhandensein sowohl die mechanische wie auch die elektro-magnetische Theorie zur Erklärung aller Strahlungsvorgänge annehmen muß, pflanzt transversal schwingend Strahlungen mannigfacher Art mit stets gleichbleibender Geschwindigkeit von 300 000 km in der Sekunde wellenförmig nach allen Seiten des Raumes gleichmäßig fort bei proportional dem Quadrat der Entfernung abnehmender Intensität. Nur die verschiedene Geschwindigkeit, mit welcher die Ätherteilchen schwingen, also die Anzahl (n) der Schwingungen pro Sekunde oder die verschiedene Wellenlänge (λ) (weil bei stets gleichbleibender Fortpflanzungsgeschwindigkeit [v] $v = n . \lambda$), lösen die verschiedenen Arten von Wirkungen aus, welche wir als elektrische, Wärme-, Licht-, chemische, bakterizide kennen, von welchen die Wärmewirkung häufig mit den ultraroten Strahlen, die chemische mit den ultravioletten Strahlen identifiziert wird, was nur annähernd richtig ist. Auch die Impulsstrahlung

der Röntgenstrahlen ist eine Ätherstrahlung; sie entsteht durch die Kathodenstrahlen, wenn dieselben, auf die Antikathode fallend, plötzlich gebremst werden und daher den Äther in sehr geschwinde Schwingungen versetzen. Die Kathodenstrahlen selbst gehören dagegen zu den, ganz anderen physikalischen Gesetzen folgenden korpuskularen Strahlungen. Wir kennen heute:

elektrische Wellen von unbegrenzt großer Wellenlänge bis zu 2 mm (die drahtlose Telegraphie bedient sich solcher von 300—3000 m Länge),
ultrarote Strahlen von 340—0,76 μ,
sichtbare Strahlen von 0,76—0,40 μ,
ultraviolette Strahlen von 0,40—0,042 μ,
Röntgenstrahlen von 0,0001 μ und von viel kleineren Wellenlängen.

Lücken bestehen also nur noch zwischen den äußersten ultraroten und den elektrischen Wellenlängen einerseits und zwischen den äußersten ultravioletten und den Röntgenstrahlen andererseits.

Die Wärmestrahlung der Sonne. Die „Pyrheliometrie", wie man sie genannt hat, d. i. die Messung der Wärmestrahlung der Sonne, wird stets den Ausgangspunkt und die Basis vergleichender Bestimmungen der Sonnenstrahlung bilden müssen, denn die Intensität der Wärmestrahlung vereinigt die Wirkungen sämtlicher Strahlen, nicht nur der ultraroten, wie es oft fälschlich heißt; wir sahen oben, daß von der Gesamtstrahlung der Sonne nur etwa 60% auf das Ultrarot entfallen, und daß das Maximum der Energie gar nicht im Ultrarot, sondern im Gelb oder Rot, je nach Sonnenhöhe, liegt. Zur Durchführung der Pyrheliometrie bedarf es eines Körpers, welcher alle auffallenden Strahlen jedweder Art restlos absorbiert und in Wärme überführt. Ein solcher, wie die Physik ihn nennt, „absolut schwarzer Körper" existiert in der Natur nicht. Ruß und Platinmoor kommen ihm nur nahe, letzteres absorbiert von der Sonnenstrahlung etwa 98,3—98,8%. Man kann den „absolut schwarzen Körper" aber mit genügender Genauigkeit ersetzen durch eine metallene, innen geschwärzte Hohlkugel mit kleiner Öffnung. Tritt in eine solche ein Strahl unter großem Einfallswinkel ein, so verhindert die Undurchlässigkeit der Kugel einerseits und das bis zur vollständigen Absorption wiederholte Reflektiertwerden von der Innenwand andererseits einen Verlust der Strahlungsintensität — der Strahl wird vollkommen absorbiert, ehe er auf die kleine Einfallsöffnung zurückfallen könnte. Ebenso kann andererseits aus dem Innern der Kugel durch die kleine Öffnung nur Strahlung derjenigen Temperatur austreten, welche die Kugel besitzt. Mit Hilfe solches „absolut schwarzen Körpers" sind die theoretisch gefundenen Strahlungsgesetze experimentell bewiesen. Unter Verwendung dieses Konstruktionsprinzips für den „absolut schwarzen Körper" ist es C. G. Abbot nach vieljährigem

Bemühen gelungen, ein Normalinstrument zu schaffen und auf dasselbe eine pyrheliometrische Normalskala zu gründen, welche nunmehr als vollkommen gesichert und als Standard-Skala für die Welt anzusehen ist, nachdem im Jahre 1913 noch eine kleine Korrektur an der im Jahre 1910 aufgestellten Skala vorgenommen worden ist. Bei diesem „Water flow pyrheliometer“ fallen die Sonnenstrahlen in eine geschwärzte, tiefe, konisch verlaufende Kammer, welche von fließendem Wasser umspült wird, dessen Temperatur durch Widerstandselektrometer bestimmt wird. Zur Kontrolle kann die Kammer elektrisch geheizt und die dazu erforderliche Stromstärke gemessen werden. Zum Schutz gegen äußere Einflüsse dient ein von einem Röhrenmantel umgebenes Dewar'sches Vakuum. Dieses Instrument gibt nach Abbot die Strahlungsenergie bis auf $^1/_2$% genau an. Neben diesem Standardinstrument ist zu seiner Kontrolle von Abbot noch ein zweites, auf dem Kalorimeterprinzip beruhendes „Water stir pyrheliometer“ konstruiert worden, und da beide Instrumente gegen Transportanstrengungen sensibel sind, ein sehr dauerhaftes, aber nur relatives Maß angebendes „Silver disk pyrheliometer“ [1]), welches durch Eichung an die Absolutinstrumente angeschlossen werden kann. Das Prinzip dieses Instrumentes ist die Aufnahme der zu messenden Strahlung durch eine geschwärzte Silberscheibe und die Bestimmung der Temperaturerhöhung dieser Scheibe, vermehrt um eine Abkühlungskorrektur gegen die Umgebung; zu seiner schließlichen Anwendung bedarf es nur der gewissenhaften Ablesungen sehr empfindlicher und genau graduierter Thermometer in auf $^1/_5$ Sekunde genauen Intervallen. Wessen es aber bedurft hat, um dieses Prinzip fehlerlos durchzuführen, kann man nur aus der Originalbeschreibung ersehen, welche in den Ann. of the Astrophysical Observatory of the Smithsonian Institution Vol. 3 S. 52 ff. zu finden ist zusammen mit der der oben kurz skizzierten, noch viel bewundernswerteren „Water flow-“ und „Water stir“-Instrumente. Über die Vergleichsproben zwischen den drei Typen lese man Smithsonian Miscellaneous Collections, Washington 1913, Vol. 60, Nr. 18 nach. Schon vor Abbot hatte K. Angström [2]) ein sehr zuverlässiges Instrument konstruiert, welches er, weil auf der Kompensationsmethode beruhend, „Kompensations pyrheliometer“ getauft hat; in ihm sind zwei gleiche, geschwärzte Manganinstreifen derart nebeneinander montiert, daß abwechselnd der eine oder der andere bestrahlt werden kann, während man dem beschatteten die gleiche Wärmemenge durch einen elektrischen Strom zuführt. Die Gleichheit der Wärmemengen kann man mit Hilfe eines

---

[1]) Dasselbe war, vom Astrophysical Observatory of the Smithsonian Institution Washington verglichen und zur Versendung verpackt, vor dem Kriege zu 100 Dollars käuflich.

[2]) Wiedemanns Ann. 67 (1899) S. 633—648.

kleinen, auf der Rückseite der Streifen elektrisch isoliert befestigten Thermoelementes konstatieren. Sind Flächengröße, Widerstand, Absorptionsgröße des Streifens bekannt, so ergibt sich aus der gemessenen Stromstärke leicht die pro Zeiteinheit zugeführte Kalorienzahl. Das Instrument wird, aufs peinlichste ausgeführt, von der Aktiebolaget J. L. Rose, Upsala, geliefert; die Konstanten werden einheitlich im physikalischen Institut der dortigen Universität bestimmt. Dies Instrument ist seit der Internationalen Meteorologischen Direktorenkonferenz in Innsbruck 1905 an etlichen Zentralobservatorien in regelmäßigem Gebrauch, und es wurde auf der nachfolgenden Oxforder Konferenz von der Internationalen Vereinigung zur Sonnenforschung als Standard-Instrument erklärt. Auch heute kann es nach den langjährigen Erfahrungen als solches gelten, doch liegt seine Skala etwa 3,5% niedriger als die Abbotsche, wie sich wohl im wesentlichen dadurch erklärt, daß der Streifen vom elektrischen Strom in seinem ganzen Volumen von der einseitig auffallenden Wärmestrahlung, aber nicht bis zur vollen Tiefe gleichmäßig erwärmt wird. Vermittelst des „Silver disk“ sind heute wohl an allen Observatorien die Angströmschen Instrumente auf die Abbotschen abgestimmt, und es wird wohl jetzt allgemein nach Abbots „Smithsonian Scala Revised 1913“ gerechnet, obwohl es infolge des Abbruchs der internationalen Beziehungen noch nicht zum Gesetz erhoben ist. Als unselbständiges, durch Eichung auf einen Standardtyp zu beziehendes Instrument muß ferner noch Michelsons „Bimetallisches Aktinometer“[1]) erwähnt werden; bei ihm liest man die infolge der Strahlenwirkung eintretende Verbiegung einer Bimetallamelle (auf ein Platinblech von Miniaturgröße elektrolytisch niedergeschlagenes Kupfer) unter dem Mikroskop ab. Die Meßgenauigkeit mit diesem einfach zu handhabenden Instrument ist für praktische Zwecke genügend (unterhalb 2%). Bei vorsichtiger Handhabung hält sich der Eichfaktor gut, aber eine Revision dieser sekundären Instrumente durch die Standard-Instrumente wird von Zeit zu Zeit, insbesondere nach Transporten, unumgänglich nötig sein. In Nordamerika steht im meteorologischen Dienst an etlichen größeren Observatorien das Marwin-Pyrheliometer, beruhend auf dem Prinzip des elektrischen Widerstandsthermometers. Der Wunsch, die Sonnenintensität zu registrieren, hat stets bestanden: Der von Crova schon in den 80er Jahren in Montpellier konstruierte Aktinograph hat sich das Allgemeinvertrauen nicht erringen können, und nicht viel anders ist es mit dem in den Vereinigten Staaten am meteorologischen Hauptobservatorium auf dem Mount Weather, Va., in 540 m Meereshöhe zu

[1]) Dies lieferte vor dem Kriege die Firma Tauber, Zwiatkoff & Co., Moskau, zum Preise von 125 Rubel; in Herrn Geheimrat Michelsons Institut wurde es geprüft und geeicht. Heute wird man sich wohl an die Firma Töpfer & Sohn, Potsdam, wenden müssen.

Dauerregistrierungen verwandten „Callendarpyrheliometer“, welches übrigens nicht die Sonnenstrahlung allein, sondern die von Sonne und Himmel auf die Horizontalfläche fallende Gesamtstrahlung mißt; wir kommen auf dasselbe noch zurück. Daß bei allen vorher erwähnten Instrumenttypen die der Strahlung ausgesetzte Fläche senkrecht zur Strahlenrichtung eingestellt wird, also die normal auffallende Strahlung mit ihnen gemessen wird, sei der Ordnung wegen noch nachträglich gesagt. Eines dürfte, so kurz diese Angaben über das sehr penible pyrheliometrische Meßinstrumentarium auch gehalten werden mußten, aus ihnen klar hervorgehen: Das Schwarzkugelthermometer, welches heute noch mancherorten zu praktischem Gebrauch dient und sich stolz „Insolationsthermometer“ nennt, kann zu klimatisch genügend genauen Bestimmungen nicht dienen. Abgesehen von den verschiedenen Modellen (dem deutschen und dem englischen), welche infolge verschiedener Dimensionen ganz gewaltige Unterschiede zeigen, hängen auch die Angaben eines und desselben Instrumentes derart von der Lufttemperatur und der Strahlung der Umgebung ab, daß sie nicht verwertbar sind. Auch das Arago-Davysche Differentialthermometer — die Verbindung von je einem gleichartigen, im Vakuum ruhenden, geschwärzten und versilberten Kugelthermometer — genügt für Strahlungszwecke nicht[1]). Mißlungen sind bisher auch die Versuche, Crookes' empfindliches Radiometer der systematischen Strahlungsmessung dienstbar zu machen.

Ein Wort muß noch über die Tabellierung der Resultate gesagt werden: Hier decken sich die allseitigen Interessen nur, insoweit es die Strahlungssummen betrifft, sie kollidieren aber bei den die Verteilung der Strahlung über Tag und Jahr darstellenden Übersichten. Während für den Gebrauch im täglichen Leben eine Tabellierung nach der Tageszeit die wünschenswerte ist, hat für den Meteorologen und Physiker im wesentlichen nur die Beziehung zwischen Intensität und Sonnenhöhe bzw. durchstrahlter Luftmasse ein Interesse, da sie der Index ist für die atmosphärische Durchlässigkeit. Daher hat an den Observatorien die von Washington ausgegangene Tabellierung nach Luftmassen die weiteste Verbreitung, und das wird wohl so bleiben, solange die Meßresultate mehr Forschungszwecken der spezifischen Wissenschaft als der Allgemeinheit dienen. Nur wenn letztere, und insbesondere die Biologie, voran die Medizin, ihr Interesse scharf betont und sich für eine weite Ausdehnung einheitlich organisierter und überwachter Messungen energisch einsetzt, dürfte hier Wandel eintreten.

---

[1]) Vergleiche hierüber die ausgedehnten Untersuchungen und Erklärungen des Verfassers in seiner „Studie über Licht und Luft des Hochgebirges“, Vieweg 1911, S. 37 ff.

Der soeben erwähnte Grund ist nicht der einzige, welcher es verbietet, hier von verschiedenen Observatorien gewonnenes Einzelmaterial zu sammeln, wir müssen uns mit allgemeinen Erfahrungen und einigen kurzen Beispielen begnügen: Aus dem voraufgegangenen, die spektralanalytische Methode betreffenden Abschnitt wissen wir, daß der Tages- und Jahresgang der Strahlungsintensität in erster Linie von der Sonnenhöhe abhängt. Nehmen wir beispielsweise an, daß bei Zenitsonne das Verhältnis der durchfallenden zur einfallenden Strahlung (nach S. 471 der Transmissionskoeffizient) 0,78 sei, so würde rechnerisch die auf die normale (zu den Strahlen senkrechte) Fläche bzw. die Horizontalfläche fallende Intensität mit sinkender Sonne (zunehmender Weglänge der Strahlen) folgendermaßen abnehmen:

Sonnenhöhe	Zenit 90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°	5°	Horiz. 0°
Relative Weglängen	1,00	1,02	1,06	1,15	1,31	1,56	2,00	2,92	5,7	10,8	45
Relative Intensitäten											
auf Normalfläche .	78	77	76	75	72	68	62	51	31	15	0 %
auf Horizontalfläche	78	76	72	65	55	44	31	17	5	1	0 %

Der Abfall ist bei großen Sonnenhöhen gering, bei kleinen aber rapide und, des zunehmenden Einfallswinkels wegen, für die Horizontalfläche weit jäher als für die Normalfläche. Nur selten stehen die gefundenen Werte untereinander in dem Verhältnis, welches die Tabelle angibt, denn der tägliche Gang der meteorologischen Elemente und ihr sprichwörtlich bekannter schneller Wechsel bedingen je nach Jahreszeit größere oder kleinere Abweichungen, selbst bei Abwesenheit von Wolken. Das Herannahen einer Depression äußert sich in einer Schwächung der Durchlässigkeit der Luft, dagegen tritt erhöhte Transparenz bei verstärkt absteigenden Luftströmungen auf. Insbesondere ist es der bei hochstehender Sonne und kräftiger Bestrahlung des Erdbodens regelmäßig sich entwickelnde mittägliche Auftrieb, welcher eine Senke der normalen Tageskurve herbeiführt, und zwar (von der von lokalen Bedingungen abhängigen mitgeführten Staubmenge abgesehen) um so mehr, je gesättigter die Luft mit Wasserdampf und je windstiller es ist, denn die vertikale Konvektion ist am geeignetsten, eine optische Inhomogenität der Luft infolge Schlierenbildung zu verursachen. Wohl ein Extrem zeigt diesbezüglich die im meeresnahen, nur 70 m über dem Meeresspiegel gelegenen Montpellier an einem warmen Augusttage mit Crovas Aktinograph aufgenommene, hier wiedergegebene Kurve[1]) (Abb. 6).

Auf diese Weise entstehen häufig zwei durch die Mittagssenke getrennte ausgesprochene Tagesmaxima, und meist ist dann, wie auch im vorliegenden

[1]) Reproduziert nach von Hanns Lehrbuch der Meteorologie 1915, S. 37.

Beispiel, die Nachmittagsintensität ein wenig kleiner als die Vormittagsintensität, bezogen auf gleiche Sonnenhöhe. Der mittägliche Auftrieb ist in der warmen Sommerjahreszeit am stärksten, in ihr wird er auch an Hochgebirgsobservatorien beobachtet, und er macht für diese die Sommerjahreszeit zu der ausgesprochen ungünstigsten für optisch-meteorologische und astrophysikalische Untersuchungen, andererseits hindert er, daß die Sonnenstrahlung exzessiv stark wird. Der Jahresgang wird fast überall so gefunden, daß das Maximum trotz der höchststehenden Sonne nicht in den Sommer, sondern meist in das Frühjahr, an einigen amerikanischen Stationen, an welchen er übrigens wenig ausgeprägt ist, in den Winter oder Spätherbst fällt. Erhöhung des Wasserdampfs der Luft schwächt die Strah-

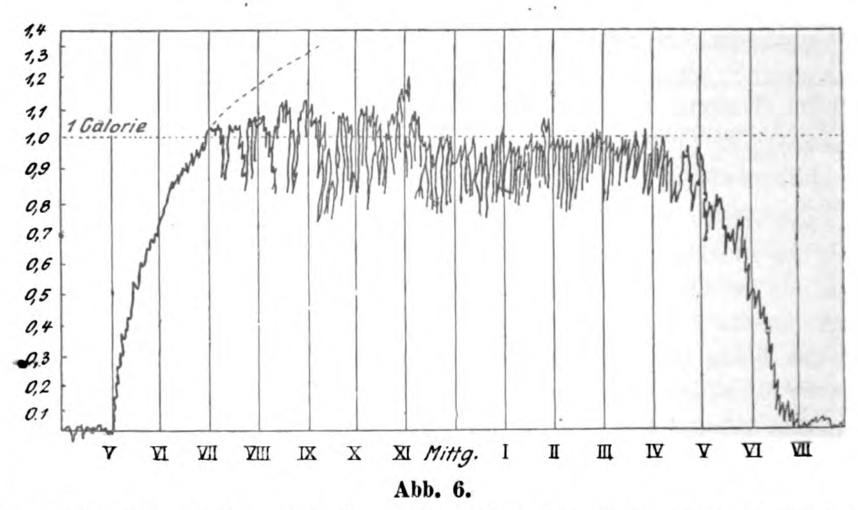


Abb. 6.

Montpellier 40 m, 13. Aug. 1888. Temp.-Max.: 31,0°, Min. 13,3°. Mittl. rel. Feuchtigkeit 70%. Himmel sehr rein, Wind Ost mäßig. Luftdruck 761,1 mm.

lung: Westman (Upsala) und Gorczynski (Warschau) fanden, daß der Zunahme des Dampfdrucks um 1 mm eine Abnahme der Sonnenstrahlung um 0,020—0,025 kal. entspricht. Dies würde eine geringere Absorptionskraft des Wasserdampfs bedeuten, als sie sich aus Fowles, S. 484 erörterter Formel ergibt. Für das etwa in gleicher Höhe mit Mount Wilson gelegene Davos trifft die Formel zu, denn nach Anbringung der aus ihr sich ergebenden Wasserdampfkorrektur ergeben sich aus den Davoser Zahlen die Werte der Solarkonstante in gleicher Größe, wie sie Abbot auf dem Mount Wilson gefunden hat. Die verschiedene Größe der Wasserdampfmoleküle in Höhe und Ebene und unter sonst verschiedenen äußeren Bedingungen kann nach S. 483 nicht ohne Einfluß auf die zerstreuende und wohl auch absorbierende Wirkung des Wasserdampfs sein. Einzelwerte

für jeden 15. jeden Monats und für jede volle Stunde erbringt für Washington, Potsdam und Davos die nachfolgende Tabelle[1]):

Tagesgang der mittleren Wärmeintensitäten an den 12 Monatsmitten in Grammkalorien pro Minute und Quadratzentimeter.

Monat	4ª u. 8ᵖ	5ª u. 7ᵖ	6ª u. 6ᵖ	7ª u. 5ᵖ	8ª u. 4ᵖ	9ª u. 3ᵖ	10ª u. 2ᵖ	11ª u. 1ᵖ	Mg.
				Potsdam					
Januar					0,007	0,628	0,884	1,024	1,061
Februar					0,665	0,980	1,112	1,198	1,223
März				0,545	0,876	1,032	1,121	1,171	1,190
April			0,562	0,951	1,126	1,240	1,305	1,337	1,344
Mai		0,364	0,747	0,961	1,104	1,208	1,278	1,310	1,316
Juni	0,056	0,577	0,872	1,047	1,166	1,243	1,294	1,320	1,330
Juli	0,038	0,629	0,897	1,038	1,141	1,216	1,252	1 261	1,265
August		0,095	0,564	0,855	1,049	1,167	1,224	1,254	1,258
September			0,078	0,592	0,872	1,015	1,106	1,156	1,176
Oktober				0,120	0,735	0,984	1,120	1,187	1,205
November					0,220	0,779	1,017	1,112	1,140
Dezember						0,345	0,666	0,824	0,864
				Washington					
Januar					0,540	0,930	1,080	1,150	1,160
Februar				0,420	0,930	1,080	1,200	1,260	1,280
März				0,640	0,980	1,130	1,200	1,240	1,260
April			0,410	0,840	1,000	1,130	1,200	1,240	1,260
Mai		0,100	0,620	0,900	1,050	1,140	1,190	1,220	1,230
Juni		0,240	0,670	0,940	1,070	1,140	1,180	1,200	1,200
Juli		0,240	0,680	0,950	1,050	1,140	1,180	1,200	1,210
August			0,550	0,860	1,010	1,090	1,130	1,150	1,160
September			0,220	0,800	0,990	1,110	1,180	1,220	1,230
Oktober				0,400	0,830	1,030	1,130	1,180	1,190
November				0,040	0,700	0,970	1,140	1,210	1,230
Dezember					0,510	0,900	1,060	1,130	1,150
				Davos					
Januar						1,025	1,241	1,330	1,334
Februar						1,266	1,334	1,390	1,408
März					1,082	1,307	1,374	1,418	1,437
April				1,097	1,268	1,370	1,420	1,453	1,444
Mai			1,087	1,142	1,271	1,323	1,371	1,419	1,418
Juni			1,054	1,136	1,242	1,324	1,341	1,389	1,398
Juli			1,105	1,145	1,212	1,246	1,325	1,335	1,338
August			1,042	1,117	1,264	1,319	1,369	1,385	1,388
September				1,045	1,195	1,310	1,369	1,401	1,404
Oktober					1,110	1,221	1,323	1,354	1,398
November						1,078	1,212	1,284	1,329
Dezember						0,972	1,131	1,237	1,308

Wir dürfen aus dem Vergleich schließen: Je niedriger die geographische Breite und je höher die Elevation über dem Meeresspiegel ist, um so gleichmäßiger ist das Strahlungsklima. Die Elevation ist dabei wirksamer als die geographische Breite. Als absolute Maxima sind gemessen

[1]) Alle Zahlen beziehen sich auf Ångströms Skala. Die Zeiten sind wahre Sonnenzeiten, müssen also mit Hilfe der Zeitgleichung auf mittlere Ortszeit bezogen werden.

in Washington 1,44 (28. April 1909)
in Potsdam 1,39 (22. April 1909)
in Davos 1,52 (5. März 1910).

Für die Zunahme der Strahlung mit Erhebung über den Meeresspiegel sind auch folgende, auf Teneriffa gleichzeitig gemessene, in relativem Maß angegebene Daten beweisend:

Sonnenhöhe	Meter über Meeresniveau		
	350	2225	3683
10°	1	1,34	1,50
30°	1	1,18	1,25
80°	1	1,11	1,17

In der Luftschicht zwischen dem Mount Weather, Va. (530 m), und dem 2 km entfernt 305 m niedriger gelegenen Trapp wurde bei Sonnenhöhen von 40° bzw. 23° ein Strahlungsverlust von 4 bzw. 6% festgestellt. Bei einer Höhendifferenz von 1590 m zwischen Santa Fé (2130 m) und dem nahen Lake Peak, New Mexico (3720 m), betrug der Strahlungsverlust 2½ bis 4 %. Auch zwischen Davos (1600 m) und der über ihm gelegenen Schatzalp (1870 m) ist eine Strahlungsdifferenz von 1—3 %, je nach Sonnenhöhe und atmosphärischen Verhältnissen, durch zahlreiche Parallelmessungen festgestellt. Die größten Intensitäten, welche an der Erdoberfläche gemessen sind, dürften die vom Pic von Teneriffa (3683 m) und vom Mount Whitney in Kalifornien (4420 m) übereinstimmend mit 1,64 $\frac{\text{gr. kal.}}{\text{min. cm}^2}$ gemeldeten sein. Im Freiballon hat A. Peppler in 7500 m Meereshöhe bei 299 mm Luftdruck 1,67 gemessen, während die Sonne nur 29° über dem Horizont stand. Mittels des „Silver disk" im Pilotballon angestellte Registrierungen haben aus 22 km Höhe über eine Sonnenintensität von 1,84 bei 30 mm Luftdruck berichtet. Gegen diese Registriermessung sind nicht unberechtigte Einwände erhoben. Von Crova und Stankiewicz mit älterem, überholtem Instrumentarium gewonnene, höher lautende Zahlen können auch wohl kaum richtig sein.

Die Strahlungssummen erwecken mit Recht dasselbe Interesse wie die Einzelwerte, und zwar nicht nur die bei einem theoretisch wolkenlosen Himmel geltenden, sondern noch mehr die unter den tatsächlichen Bewölkungsverhältnissen vorhandenen. Durch Multiplikation der gemessenen (auf die senkrecht zum Sonnenstrahl stehende Fläche entfallenden) Intensität mit dem Sinus der Sonnenhöhe ist der der horizontalen Fläche zufallende Wert und somit auch die Strahlungssumme leicht bestimmbar. Zur Umrechnung der auf diese Weise erhaltenen „möglichen" Wärmesummen in die effektiven bedarf es des Zurückgreifens auf den Sonnenscheinautographen und die Einführung der von ihm gezeichneten wirklichen

Sonnenscheindauer in die Rechnung. Die auf diese Weise ermittelten, unter Berücksichtigung der Bewölkung in Wirklichkeit auf die Horizontalfläche entfallenden mittleren täglichen Wärmesummen zeigt für einige, recht verschieden gelegene Orte die nachfolgende Tabelle:

Mittlere tägliche solare Wärmemengen. Grammkalorien pro Quadratzentimeter.

Zeit	Washington	Montpellier	Davos	Wien	Kiew	Warschau	Potsdam	Stockholm	Spitzbergen
Geogr. Breite	38,93°	43,36°	46,48°	48,15°	50,24°	52,13°	52,23°	59,20°	79,55°
Januar . .	87	82	74	23	24	15	20	12	0
Februar . .	158	127	118	52	67	27	48	28	0
März . . .	194	181	193	109	99	74	100	67	15
April . . .	286	229	240	189	122	123	213	198	53
Mai . . .	323	296	309	256	318	266	277	313	**148**
Juni . . .	356	311	340	**287**	325	279	**331**	**403**	127
Juli . . .	**361**	**325**	**348**	284	**328**	**294**	273	359	114
August . .	298	295	355	242	306	232	238	231	55
September .	270	225	260	159	227	160	165	137	40
Oktober . .	188	135	164	72	125	59	60	49	0
November .	120	90	93	29	34	13	32	10	0
Dezember .	92	61	61	15	13	5	16	3	0
Mittel	228	197	214	143	166	130	148	151	46
				Summen in Kilogrammkalorien.					
Winter . .	10,01	8,00	7,5	2,61	3,0	1,39	2,46	1,28	0,0
Frühling . .	24,59	21,75	22,8	16 97	16,6	14,25	18,08	17,73	6,6
Sommer . .	31,12	28,55	32.0	24,88	29,4	24,69	25.85	30,39	9,1
Herbst . .	17,51	13,64	15,7	7,87	11,7	7,02	7,48	5,95	1,2
Jahr	83,23	71,94	78,0	52,33	60,74	47,35	53,87	55,35	16.9
				Prozente der für die Breite möglichen Wärmemengen.					
Jahr	58	50	55	(53)	49	48	48	(52)	22

Bei diesen Berechnungen ist der Einfluß der vom Himmel ausgehenden diffusen Wärmestrahlung nicht mit einbezogen; auf sie kommen wir später zurück. Die Strahlungssummen steigen (schon nach diesen wenigen Beispielen) keineswegs wie die Strahlungsintensitäten durchgehend mit Annäherung an den Äquator, wohl aber bleibt ein großer Einfluß der Höhe auch in ihnen erkennbar. Würde nicht in Davos infolge seiner geschützten Hochtallage die mögliche Sonnenscheindauer durch die umgebenden Berge um volle drei Stunden täglich (im Jahresmittel) gekürzt, so würde die das Verhältnis der wirklichen und der möglichen Wärmemengen angebende Zahl der letzten Reihe viel höher als 55 lauten und sämtliche Davoser Zahlen würden viel höher ausfallen als die auf das südlicher gelegene Washington bezüglichen. Die Unterschiede der Strahlungssummen sind recht bedeutend. Trotz seiner eingeschlossenen Tallage empfängt beispielsweise Davos um 50 % mehr Wärmestrahlung im Jahr als Potsdam. Aus

dieser Tabelle und der voraufgegangenen Tabelle (S. 495) können wir schließen, daß das Strahlungsklima der Höhe in doppelter Hinsicht günstiger ist als das der Ebene, einmal durch größere Intensität, sodann durch günstigere Verteilung der Strahlung über das Jahr. So weist die Wärmesumme der Wintermonate in Davos den dreifachen Wert der Potsdamer auf, während die Wärmesumme des Hochsommers nur ganz wenig größer ist. Die günstige Verteilung über das Jahr gilt, wie wir sehen werden, nicht nur für die direkte Sonnenstrahlung, sondern auch für die Gesamtstrahlung von Sonne und Himmel. Hat man durch genügend lange durchgeführte Beobachtungen die Strahlungskonstanten für die ungeschwächte Sonnenstrahlung für alle Tagesstunden jeden Tages bestimmt, so beantworten dieselben auch mannigfache Fragen, welche das tägliche Leben stellt. So ist beispielsweise für Davos berechnet, welche Kalorienzahl die nach den Haupthimmelsrichtungen orientierten vertikalen Flächen im Tages- und Jahreslauf zugestrahlt erhalten. Es ergibt sich daraus unter anderem, daß in Davos die Südfront eines Hauses im Winter sechsmal so warm ist als die Ostfront, während sie im Sommer kühler als die Ostfront, nämlich nur $^3/_4$ so warm ist, und daraus folgt, wie wichtig es für den Luftkurort Davos ist, die Hauptfronten der Häuser nach Süden zu richten. Der Grund dafür, daß die Ostfront im Sommer wärmer ist als die Südfront, liegt nicht — wie man meinen könnte — in der im Sommer auftretenden (winzigen) mittäglichen Depression, sondern in dem Einfallswinkel der Strahlen auf die Hausflächen, welcher im Sommer in den Morgenstunden klein ist, so daß er die Intensität wenig schwächt, mittags aber sehr groß wird, so daß nur eine kleine Komponente der Intensität wirksam bleibt. Man sieht aus diesem Beispiel, daß es sich nicht um totes Zahlenmaterial handelt, sondern daß dasselbe selbst dem praktischen Zwecke einer Bauordnung dienstbar gemacht werden kann, wieviel mehr der Biologie bei Sammlung der Zahlen für Einzelabschnitte, z. B. der Jahreszeiten, der Vegetationsperioden, durch Vergleich der Strahlungsklimata verschiedener Orte, insbesondere aber durch Vergleich der verschiedenen Spektralbezirke der Sonnenstrahlung untereinander.

Die Helligkeitsstrahlung der Sonne. Innerhalb des sichtbaren Spektralteils wird man meist die photometrische Meßmethode bevorzugen aus doppeltem Grunde, 1. wegen des physiologischen Einflusses, welchen die Strahlung dieser Wellenlängen auf des Menschen kostbarstes Organ und durch dasselbe auf sein Seelenleben ausübt, 2. weil dies Wunderwerk der Schöpfung trotz seiner vielgestaltigen Reaktionsfähigkeit kaum in einer einzigen derselben an Empfindlichkeit übertroffen wird durch eine physikalische oder chemische Reaktion, welche wir an seine Stelle setzen könnten. Dabei werden die Messungen stets zwei verschiedene

Zwecke zu erfüllen anstreben, einmal die Bestimmung der gesamten Helligkeitsempfindung, d. h. der Helligkeit des „weißen" Lichtes oder des „Äquivalenzwertes" des gesamten Helligkeitsspektrums, sodann die Bestimmung der Helligkeit einzelner Farbenbezirke. Soweit sich letztere auf vollkommen monochromatisches Licht von Spektrallinienbreite bezieht, hat man infolge der gewaltigen Bedeutung, welche die Spektralanalyse für die Physik und die Naturwissenschaften im allgemeinen gewonnen hat, eine so große Menge erprobter, in der Güte von Einzeleinrichtungen untereinander rivalisierender Instrumente zur Verfügung, daß es keinen Zweck hätte, einzelne derselben hier namhaft zu machen; auf Kaysers „Handbuch der Spektroskopie" Bd. 1 (S. Hirzel, Leipzig, 1900) und auf Müllers „Photometrie der Gestirne" (Wilh. Engelmann, Leipzig, 1897) sei verwiesen, wer Rat sucht. Für Messungen der ersteren Kategorie, der gesamten Helligkeit, sind zwei Instrumenttypen bevorzugt: das von F. Martens[1]) konstruierte Polarisationsphotometer und L. Webers Milchglasphotometer[2]). Des letzteren Meßmethode ist insofern die überlegenste, als sie, auf gleiche Sehschärfe abstellend, den praktischen Bedürfnissen unmittelbar Rechnung trägt. Man mißt nach ihr in Grün und Rot und hat, um den Helligkeits-Äquivalenzwert zu finden, den Quotienten $\frac{\text{Grün}}{\text{Rot}}$ nur mit dem ihm entsprechenden, aus einer Tabelle zu entnehmenden Faktor k zu multiplizieren, welchen L. Weber, fußend auf dem Gesetz, daß das Verhältnis zweier Lichtstärken eine Funktion des Verhältnisses der Lichtstärken zweier Spektralbezirke ist, für jeden möglichen Quotienten $\frac{\text{Grün}}{\text{Rot}}$ experimentell ein- für allemal für sein Instrument festgelegt hat. Bei Anwendung der Methode erhält man also gleichzeitig die Intensitäten der Gesamthelligkeit und des grünen und des roten Spektralteils. Das photometrische Einheitsmaß kann in deutschen Landen nur die Hefnerkerze sein, welche in Wirklichkeit keine Kerze ist, sondern eine zylinderlose, von chemisch-einheitlichem Brennstoff (Amylazetat) gespeiste, in allen ihren Dimensionen genau festgelegte und nach Docht- und Flammenhöhe genau kontrollierte Lampe. Sie ist die bestdefinierte und nach ihrer Abhängigkeit von den äußeren Verhältnissen (Luftdruck, Temperatur, Sauerstoffgehalt der Luft) am genauesten untersuchte Lichtquelle und daher der englischen Kerze und der französischen Carcellampe durchaus überlegen, wenn auch — wie zugegeben — im Gebrauch etwas mühsamer. Es ist und bleibt (auch unter Anwendung aller überhaupt möglichen Kontroll- und Vorsichtsmaß-

---

[1]) Physik. Ztschr. 1899, S. 299—303.
[2]) Wiedemanns Ann. 20, S. 326 ff.

regeln) eine — freilich bequeme — Aushilfe, wenn man die Hefnerkerze ersetzt durch photometrisch auf sie abgestimmte elektrische Lämpchen. Die Lichtstärke der Hefnerkerze ist etwa die einer hellen Kerze. Will man nun mit diesem kleinen Maß die gewaltige Lichtintensität der Sonne messen, so liegt die Schwierigkeit, wie wohl leicht erkennbar, weniger in der Messung selbst als in der Bestimmung der Lichtschwächung, welche man vorzunehmen genötigt ist, und welche nur durch viele Übergänge zu erzielen ist unter Verwendung von Diaphragmen (Spalten, Blenden) oder rotierenden Sektoren oder Absorptionsmitteln oder Hilfen, welche die Polarisationsfähigkeit des Lichtes bietet. Fehler, welche bei jeder einzelnen dieser Übergangsbestimmungen vorkommen, pflanzen sich unbarmherzig geometrisch fort, und es bedarf daher der Mittelbildung aus einer sehr großen Reihe peinlichst durchgeführter Konstantenbestimmungen, um die Beziehung zwischen Ausgangs- und Endkonstante vollkommen zu sichern.

Neben den photometrischen werden bolometrisch-pyrheliometrische Messungen auch im sichtbaren Spektralteil angewandt; sie erfordern aber ganz besonders peinliche Vorsichtsmaßregeln, weil bei der Kleinheit der auf das Helligkeitsspektrum oder gar auf den Regenbogenfarben entsprechende Ausschnitte entfallenden Energie Fehler, welche durch Strahlung der Umgebung hineingetragen werden, sehr schwer wiegen.

Für Messungen im kurzwelligen Teil des sichtbaren Spektrums sind die photoelektrischen Zellen aufs wärmste zu empfehlen, welche auch im Ultraviolett immer mehr das photographische Verfahren zu ersetzen beginnen. Diese Meßmethode beruht auf der Eigenschaft der Strahlen, vornehmlich der kurzwelligen, aus blanken Metalloberflächen negative Elektrizität in Freiheit zu setzen, wobei bei genügendem Fernhalten störender Einflüsse strenge Proportionalität zwischen wirksamer Lichtintensität und ausgelöstem Photostrom besteht. Am lichtempfindlichsten sind die Alkalimetalle in kolloidaler Modifikation. Im einfachsten Falle wird in hochevakuierten, kugelförmigen Zellen aus Uviolglas eine solche, auf einer Halbkugeloberfläche niedergeschlagene Schicht der Bestrahlung ausgesetzt, während aus einer Akkumulatorenbatterie ein negatives Potential an sie angelegt ist zur Beschleunigung der Geschwindigkeit der austretenden Ionen. Im Sonnenlicht geht alsdann zu der von einem dünnen Platinring gebildeten Anode ein Photostrom der Größenordnung 10^{-6} Ampère über, welcher durch ein Galvanometer geleitet und so gemessen wird. Um geringere Intensitäten, etwa die Strahlung kleiner Himmelsausschnitte, zu bestimmen, muß man zu Zellen greifen, welche mit sehr verdünnten Edelgasen (Helium, Argon) gefüllt sind. In diesen treffen die durch den Photostrom ausgelösten Elektronen auf die Gasmoleküle, setzen aus ihnen infolge Stoßionisation Ionen in Freiheit und erhöhen dadurch den Photo-

strom um das Hundert- und mehrfache. Mit Hilfe von hochempfindlichen Zellen dieser Art und von Galvanometern der Empfindlichkeit 10^{-11} kann man bei allen in der Himmelsphotometrie vorkommenden Fällen galvanometrisch messen; es ist gelungen, auf diesem Wege die Intensität der Zenitstrahlung zu bestimmen, selbst wenn die Sonne schon 10^0 unter dem Horizont steht. Bei noch kleineren Intensitäten muß man anstelle des Galvanometers ein Elektrometer setzen und die Aufladung messen, welche dasselbe durch die ihm zuströmenden Elektronen in der Zeiteinheit erfährt, woraus sich die Stromstärke leicht ableiten läßt. Auf diese Weise werden Ströme bis zur Größenordnung 10^{-14} Ampère und Lichtstärken von etwa einer Millionstel Hefnerkerze bestimmt. Die Astronomie bedient sich dieser Meßmethode seit einigen Jahren mit größtem Erfolg, und die ihr dadurch eröffneten Perspektiven sind noch gänzlich unabsehbar. Selbst noch kleinere Lichtintensitäten bis zu einem Milliardstel einer Hefnerkerze sind meßbar durch Auszählung der Anzahl der Fadensprünge des Elektrometers pro Zeiteinheit, denn bei kleinsten Intensitäten erfolgt die Aufladung nicht mehr kontinuierlich, sondern sprungweise, derart, daß die Anzahl der Sprünge proportional der Lichtintensität ist. Hiernach ist die Empfindlichkeit der photoelektrischen Zellenmethode der des menschlichen Auges überlegen, solange die Lichtquelle eine gewisse Ausdehnung besitzt; bei punktförmigem Licht bewahrt das Auge auch hier noch sein Übergewicht, weil sich in ihm die Lichtmenge auf einen sehr kleinen Teil der Netzhaut vereinigt. Wer sich über das Wesen der Photoelektrizität informieren will, sei auf das vortreffliche kleine Sammelbuch von Pohl und Pringsheim: „Die lichtelektrischen Erscheinungen", Vieweg, 1914, hingewiesen; wer die theoretischen und technischen Schwierigkeiten kennen lernen will, welche zu überwinden waren, um die Meßmethode zu einer sicheren auszubilden, und sich erfreuen will an dem, was geniales Forschertalent, ungewöhnliche Geistesschärfe, unermüdliche Arbeit und größte technische Geschicklichkeit hierbei durch die geistige Ehe von Elster und Geitel geleistet haben, der lese ihre Aufsätze in den Jahrgängen 1910—1916 der Physikalischen Zeitschrift. Die Meßmethode stellt namentlich bei ihrer Anwendung auf kleine Intensitäten Anforderungen an große Sorgsamkeit der Anordnung, scharfe Überwachung der Hilfsinstrumente und Zuleitungen und eine dauernd vorsichtige Handhabung, und verlangt daher allgemeine Übung in physikalischen Arbeiten und eine genügende Beherrschung der Theorie; bei Erfüllung dieser Voraussetzungen bietet diese elegante Meßmethode größte Freude und Genuß. Für stärkere, nicht gar zu empfindliche Hilfsinstrumente erfordernde Lichtmessungen stellt sich die Anordnung einfach, und die Zellenmethode wird daher heute schon vielfach in der Beleuchtungstechnik gebraucht, zumal sie ein sehr schnelles

und wegen ihrer Objektivität sicheres Verfahren bietet. Die Empfindlichkeitskurven der verschiedenen Alkalizellen weichen voneinander ab und steigen steil zu ihrem Maximum an, welches für Rubidium bei etwa 0,460 μ, für Kalium bei etwa 0,405 μ, für Natrium bei etwa 0,350 μ liegt. Wegen der ungleichen Empfindlichkeit in den einzelnen Spektralbezirken muß man zu genauen Messungen Farbfilter von scharf definierter und genau ausgewerteter spektraler Durchlässigkeit benutzen.

Über die Anwendung, welche die photographische Methode in der atmosphärischen Optik findet, wird erst weiter unten bei Besprechung der Himmelsstrahlung berichtet werden.

Aus der Reihe der bisher bekannt gewordenen Resultate seien zunächst einige Beispiele aufgeführt, welche beweisen sollen, daß die Beobachtungsarbeit nicht ersetzt werden kann durch eine rechnerische Ableitung, wie wir sie S. 484 erörtert haben. So fanden Müller (Potsdam) Abney (Derby), Abbot (Washington) den Transmissionskoeffizienten (nach S. 471 das Verhältnis des durchfallenden zum einfallenden Licht für den Fall, daß die Sonne im Zenit steht) für verschiedene Wellenlängen des sichtbaren Spektrums folgendermaßen:

Wellenlänge[1]	Müller	Abney	Abbot
0,76 μ	—	0,954	0,858
0,68 „	0,881	0,923	0,827
0,64 „	0,861	0,904	0,797
0,60 „	0,840	0,878	0,760
0,54 „	0,808	0,821	0,727
0,50 „	0,781	0,765	0,704
0,44 „	0,706	0,637	0,627
0,40 „	—	0,522	0,540

und aus jüngerer Zeit seien die folgenden Mittelwerte aus längeren Beobachtungsreihen aufgeführt:

Wellenlänge	Orotava Teneriffa	Potsdam	Upsala	Washington
0,720 μ	(0,850)	(0,868)	0,900	0,865
0,686 „	0,837	0,861	0,889	0,853
0,653 „	0,818	0,851	0,869	0,828
0,624 „	0,801	0,840	0,848	0,802
0,600 „	0,786	0,828	0,834	0,784
0,574 „	0,776	0,806	0,824	0,769
0,503 „	0,754	0,777	0,791	0,735
0,475 „	9,727	0,752	(0,772)	0,706
0,452 „	0,699	0,726	(0,757)	0,664
0,431 „	0,666	0,702	—	0,629

Alle Orte liegen weniger als 100 m über dem Meeresspiegel, und dennoch unterscheidet sich, wie wir aus den Tabellen entnehmen, die mittlere Durch-

---

[1]) Für die Beziehung der aufgeführten Wellenlängen zur Farbe geben die sogleich folgenden, den Farbenwechsel der Sonne dokumentierenden Tabellen einen ungefähren Anhalt.

lässigkeit der Luft doch auch im sichtbaren Spektralteil, in welchem die selektive Absorption nur einen sehr geringen Einfluß hat, recht bedeutend von Ort zu Ort.

Die Abhängigkeit der Intensität der verschiedenen Spektralfarben von der Sonnenhöhe (bzw. Weglänge der Strahlen oder Schichtdicke der durchstrahlten Luft) wird deutlich aus folgender, von Abney stammender Tabelle, in welcher er die tatsächlich gemessenen Lichtmengen für vier verschiedene Farben zusammengestellt hat mit der Helligkeit der Sonne, wie sie sich bei einem Transmissionskoeffizienten von 0,84 berechnen würde. In sämtlichen Reihen ist der Wert der extraterrestrischen Strahlung = 1 angenommen.

Atmosphärendicke entspr. Sonnenhöhe	1 90°	2 30°	3 19,3°	4 14,3°	5 11,3°	6 9,3°	7 8,3°	8 7,3°	32 nahe Hor.
					Lichtmenge				
Rot A $\lambda = 0{,}76\ \mu$	0,95	0,91	0,86	0,81	0,77	0,74	0,71	0,66	0,107
Orange D $\lambda = 0{,}59$ „	0,87	0,75	0,65	0,57	0,49	0,43	0,37	0,32	0,001
Blau F $\lambda = 0{,}49$ „	0,74	0,54	0,40	0,30	0,22	0,16	0,12	0,09	0,000
Violett H $\lambda = 0{,}40$ „	0,51	0,25	0,13	0,07	0,03	0,02	0,01	0,00	0,000
					Helligkeit der Sonne				
Sonne	0,84	0,70	0,59	0,50	0,42	0,30	0,26	0,21	0,002

Man erkennt leicht: In Horizonthöhe verschwinden alle violetten und blauen Strahlen, die Sonne erscheint daher gelbrot, ihre Helligkeit ist nur gleich $^1/_{420}$ derjenigen der Zenitsonne.

Aus jüngeren Messungen seien die auf ein- bis mehrjähriger Beobachtungsdauer beruhenden Mittelzahlen von Washington und Davos hinzugefügt, welche sich nicht auf Spektrallinien, sondern auf schmale Spektralausschnitte beziehen:

Atmosphärendicke entspr. Sonnenhöhe		1 90°	1,5 42°	2 30°	3 19,3°	4 14,3°	5 11,3°	6 9,3°
Farbe	Optischer Schwerpunkt				Washington			
Hellblau	—	0,783	0,690	0,603	0,471	0,375	0,294	0.230
					Davos			
Rot	0,650 μ	0,912	0,871	0,832	0,759	0,692	0,631	0,575
Grün	0,520 „	0,869	0,810	0,755	0,656	0,570	0,496	0,431
Grünblau	0,465 „	0,826	0,751	0,682	0,564	0,466	0,385	0,318
Blau	0,415 „	0,752	0,652	0,565	0,425	0,320	0,240	0,181
Blauviolett	0,405 „	0,730	0,624	0,533	0,389	0,284	0,207	0,151

Im Sonnenlicht des hochgelegenen Davos sind bei allen, vornehmlich den niedrigsten Sonnenhöhen die kurzwelligen Strahlen wesentlich reicher vorhanden; die hochstehende Sonne erscheint daher weißlich, die niedrig-

stehende niemals rot, sondern bei 10⁰ Sonnenhöhe noch hellgelb, bei Horizontsonne dunkelgelb, und ihre Gesamthelligkeit ist selbst bei Sonnenuntergang noch recht beträchtlich. (Die für Davos unter Grünblau, Blau und Blauviolett aufgeführten Zahlen sind photoelektrisch ermittelt, alle übrigen bisher genannten Zahlen beruhen auf photometrischen Messungen.)

Es sei hier eingeschaltet, daß die Astronomie für die Bestimmung der Sterngrößen und bei ihrer gesamten vergleichenden Photometrie gezwungen ist, die Reduktion der Intensität des Sternenlichtes von einer beliebigen Zenitdistanz auf das Zenit vorzunehmen. Zu diesem Zweck hat G. Müller das mittlere Verhältnis der Intensität jeder beliebigen Zenitdistanz zu der des Zenit durch ausgedehnte, in Potsdam und auf dem Säntis (2500 m durchgeführte Meßreihen empirisch bestimmt und in sehr bequem zu handhabende logarithmische „Extinktionstabellen" gefaßt. Dem verschiedenen Spektraltypus der Sterne wird durch das Anbringen eines aus der Erfahrung gewonnenen Faktors Rechnung getragen.

Es möge noch eine Tabelle folgen, welche das Farbenverhältnis des Sonnenlichtes zu dem zu seiner Bestimmung als Grundmaß dienenden Hefnerlicht dokumentiert; auf die zweite und dritte Rubrik wird weiter unten eingegangen werden. Die Helligkeit der Wellenlänge 0,59 μ ist bei allen Lichtarten gleich und = 1 gesetzt.

λμ	Himmelslicht		Sonne
	Blauer Himmel	Schleierwolken	
0,69	0,2059	0,2523	0,3064
0,63	0,5304	0,5714	0,6039
0,59	1	1	1
0,53	3,494	3,219	2,537
0,49	9,411	7,388	5 559
0,43	61,63	36,52	19,180

Man erkennt unmittelbar, wieviel reicher an kurzwelligen, wieviel ärmer an langwelligen Strahlen das Sonnenlicht ist als das Kohlelicht der Hefnerkerze; immerhin können die Messungen sowohl bis zum tiefen Rot wie auch bis zum Blauviolett mit Sicherheit durchgeführt werden, da das Verhältnis hier etwa 1 : 10 beträgt, und ein solches Maß (und bei peinlicher Benutzung auch noch ein kleineres) durchaus genügt.

Den systematischen Einfluß der Höhe illustriert G. Müller durch seine eigenen, in Potsdam und auf Teneriffa in drei verschiedenen Höhenlagen (Orotava, Pedrogil, Alta Vista) photometrisch durchgeführten Messungen unter Hinzuziehung von drei in ähnlichen Höhenlagen von Abbot auf bolometrischem Wege gewonnenen:

λμ	Washington 10 m	Potsdam 100 m	Orotava 100 m	Mt. Wilson 1780 m	Pedrogil 1960 m	Alta Vista 3260 m	Mt. Whitney 4420 m
0,68	0,827	0,860	0,833	0,931	0,930	0,956	0,952
0,65	0,805	0,849	0,816	0,917	0,920	0,939	0,946
0,60	0,760	0,824	0,786	0,885	0,897	0,910	0,934
0,55	0,736	0,796	0,774	0,872	0,883	0,900	0,919
0,50	0,701	0,774	0,751	0,852	0,866	0,885	0,900
0,45	0,641	0,723	0,696	0,806	0,820	0,847	0,855
0,43	0,601	0,694	0,663	0,778	0,798	0,820	0,824

Müller schließt hieraus: Von den drei in Meereshöhe bis zu 100 m gelegenen Stationen besitzt Potsdam die günstigsten atmosphärischen Verhältnisse, die Werte von Washington zeigen deutlich die Nähe einer großen Stadt. Die hochgelegenen Stationen Alta Vista und Mount Whitney zeigen, wie wenig die sichtbaren Strahlen während des Durchganges durch die Erdatmosphäre an Intensität abnehmen: Die roten Strahlen von der Wellenlänge 0,68 μ verlieren bei senkrechtem Durchgange in einer Meereshöhe von 3000—4000 m nur 4%, die blauvioletten von der Wellenlänge 0,43 μ nur 18 %.

Es ist wohl nicht unnütz, darauf hinzuweisen, daß die drei recht verschiedenartigen Methoden (die photometrische, die bolometrisch-pyrheliometrische und die photoelektrische) zu übereinstimmenden Resultaten führen.

Die absolute Helligkeit der Sonne in photometrischen Einheiten auszudrücken, hat man schon früh versucht. Die Schätzungen — von solchen kann man wohl nur sprechen von Bouguers bis zu Exners Zeiten — fielen sicherlich viel zu gering aus, im Gegensatz zu den gewaltigen ersten Überschätzungen der Sonnentemperatur. Fabry kam dann auf Grund seiner Messungen zu dem Resultat, die Beleuchtungsstärke der Zenitsonne betrage 100 000 Meterhefnerkerzen (MHK), Ejnar Hertzsprung berechnete aus der Energiekurve der Hefnerkerze und der extraterrestrischen Sonne eine solche von 150 000 MHK für die extraterrestrische Sonne. Kimball hat unter den nicht sehr günstigen atmosphärischen Bedingungen des Jahres 1913 in Washington bei hochstehender Sonne 122 800 MHK gemessen und der Verfasser auf seiner bevorzugten Berghöhe 146 000 MHK, woraus sich (für die Meereshöhe von 1600 m) 154 000 MHK für die im Zenit stehende Sonne berechnet. Die Zahl bedeutet, daß die Zenitsonne auf der horizontalen Fläche dieselbe Beleuchtungsstärke hervorrufen würde wie 154 000 in 1 m Abstand von der Fläche aufgestellte Hefnerkerzen. In dem 740 m hoch im württembergischen Schwarzwald gelegenen Freudenstadt fand der Verfasser unter denkbar günstigsten atmosphärischen Bedingungen im Jahre 1911 die Sonne im Mittel um 15% (bei hoher Sonne weniger, bei niedriger mehr) dunkler als in Davos bei entsprechenden Sonnen-

höhen, und in Blankenese bei Hamburg zeigte sie sich bald darauf unter ähnlich günstigen Bedingungen fast 60 % dunkler bei einer mittleren Sonnenhöhe von 40°.

Die Flächenhelle der Sonne beträgt in Davos im Jahresmittel

Sonnenhöhe	sek. Einh. $\times 10^6$	Sonnenhöhe	sek. Einh. $\times 16^6$
10°	3409,6	40°	6519.1
20°	4920,5	50°	6764,0
30°	6015,4	60°	6856,3

und hieraus berechnet sich die der extraterrestrischen Sonne auf 7660.10⁶ sek. Einh. = 243 900 prim. Einh.

Die scheinbare Helligkeit der Sonnenoberfläche ist also bei hohem Sonnenstande in Davos etwa 6,8 Milliarden mal so groß als die einer absolut matten und weißen, von der Hefnerkerze in 1 m Abstand senkrecht beschienenen Fläche (Maß der sekundären Einheit) oder etwa 216500 mal so groß als die Helligkeit derjenigen Fläche, von welcher 1 cm^2 ebensoviel Licht ausstrahlt wie die Hefnerkerze (Maß der primären Einheit). Die beiden Maße stehen im Verhältnis $1 : \pi . 10000$.

Die Abhängigkeit der Sonnenstrahlung von der Tages- und Jahreszeit und den meteorologischen Elementen ist, von der Wärmestrahlung abgesehen, nur an wenigen Stationen durchgreifend untersucht, und das seit 1912 an mehreren Orten gesammelte Material harrt infolge der Arbeitsunterbrechung durch den Krieg noch der Sichtung. Es muß daher schon gestattet sein, Auszüge aus dem Davoser Material[1]) zu bringen, weil es tatsächlich diesbezüglich bisher das einzige einheitliche und umfangreiche ist und geeignet erscheint zur Dokumentierung, wie die Strahlungsmessungen in praxi der Medizin nutzbar gemacht werden können. Es wird hierbei, der besseren Übersicht wegen, auf die schon besprochene Wärmestrahlung zurückgegriffen und vorgegriffen auf die unten folgende ultraviolette Strahlung.

Tages- und Jahreseingang: Sobald die Sonne bei im Mittel etwa 10° Sonnenhöhe in Davos über dem Berg erscheint, hat sie außer im Ultraviolett eine schon recht bedeutende Intensität, welche sich bis zum Mittag (im Winter etwas weniger, im Sommer etwas mehr) prozentuell etwa folgendermaßen bei den verschiedenen Strahlungsgattungen steigert:

Strahlungsart	Steigerung in Prozenten	Strahlungsart	Steigerung in Prozenten
Wärme	25	Grün	57
Rot	42	Blauviolett	80
Helligkeit	50	Ultraviolett	450

[1]) Studie l. c. und Abhandl. des Preuß. Meteorolog. Instituts, 1910, Bd. 6. Nr. 303.

Das Tagesmaximum fällt nicht streng auf den Mittag, sondern tritt in allen Spektralteilen schwankend zwischen 11 Uhr und 1 Uhr ein, in welcher Zeitspanne die Intensitäten sich überhaupt sehr wenig ändern. Eine kleine mittägliche Depression ist nur an Sommertagen erkennbar, und sie betrifft die Wärmestrahlen und Helligkeitsstrahlen mehr als die kurzwelligen. Die Mittagsintensitäten verhalten sich in den verschiedenen Spektralteilen recht verschieden: Während die mittägliche Wärmestrahlung vom Winter zum Sommer um 10% zunimmt, gewinnt sie im Rot um 45%, im Helligkeitsspektrum um 60%, im Grün um 90%, im Blauviolett um 250% und im Ultraviolett um 1000%. Wie die Verhältnisse für die übrigen Tageszeiten liegen, erhellt aus beifolgender Kurventafel (Abb. 7), welche der Übersichtlichkeit wegen nur die am meisten differierenden Wärme- (W)

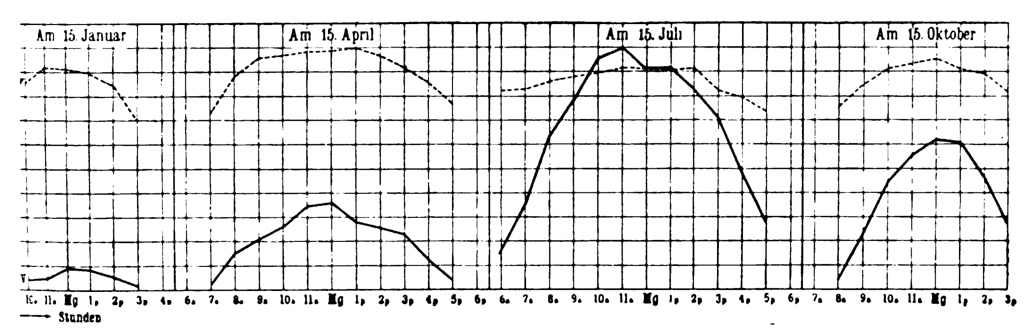


Abb. 7.

und ultravioletten (UV) Strahlen berücksichtigt und so konstruiert ist, daß die Jahresmaxima gleich und = 1000 gesetzt sind.

Man erkennt sofort, daß der Jahresgang für die verschiedenen Spektralbezirke ein ganz verschiedener ist, und daß daher die spektrale Zusammensetzung der Sonnenstrahlung mit der Jahreszeit stark schwankt. Wenn Wärme- und ultraviolette Intensität für den 15. Juli mittags einander gleich gedacht sind, so ist die Wärmeintensität am 15. Januar mittags etwa zehnmal so groß, am 15. Januar morgens sogar fast 20 mal so groß als die ultraviolette Strahlung. In recht bedeutender Weise unterscheiden sich Frühjahrs- und Herbstsonne, denn letztere ist viel reicher an ultravioletter Strahlung. Die Unterschiede von Vor- und Nachmittagswerten gleicher Sonnenhöhe sind nie groß außer hier und da im Ultraviolett, und sie liegen in den verschiedenen Monaten in verschiedenem Sinne; im Sommer stehen die Nachmittagswerte den Vormittagswerten nach. An klaren Tagen sind die Schwankungen von Tag zu Tag, auf gleiche Sonnenhöhe bezogen, sehr gering und betragen bei den langwelligen Strahlen einschließlich des Grün nur wenige Prozent, sie werden aber bei den

chemisch wirksamen blauvioletten Strahlen schon merkbar und steigern sich im Ultraviolett, wenngleich sie auch hier stets viel kleiner bleiben als diejenigen, welche der Jahresgang mit sich bringt.

Jahresmittel und Jahresgang in Beziehung zur Sonnenhöhe: Diese Betrachtungsweise gibt Aufschluß über die Durchlässigkeit der Luft, welche in reger Beziehung steht zu den anderen klimatischen Faktoren, Temperatur, Feuchtigkeitsgehalt und Luftbewegung. Die Jahreskurve fällt von 65° bis 10° Sonnenhöhe

bei der	Wärmestrahlung	um 23%
	Rot	40%
	Helligkeit	52%
	Grün	60%
	Blauviolett	73%
	Ultraviolett	97%.

Im Jahresgang verhalten sich die verschiedenen Spektralteile recht verschieden: Die von den Absorptionsbanden des Wasserdampfs im Ultrarot stark beeinflußte Wärmestrahlung zeigt in ganz systematischer Beziehung zum Feuchtigkeitsgehalt der Luft ein Maximum im Frühjahr, ein Minimum im Sommer (ersteres nicht nur in Bezug auf gleiche Sonnenhöhe, sondern sogar den absoluten Zahlen nach) und schwankt maximal etwa $7^1/_2$% um den Mittelwert. Noch konstanter verbleibt die Helligkeitsstrahlung der Sonne, sie differiert bei gleicher Sonnenhöhe in den verschiedenen Jahreszeiten kaum mehr als um 5% des Jahresmittels und sie hat, ebenso wie ihre einzelnen Farbenbezirke und das Ultraviolett, ihr Maximum im Winter, ihr Minimum im Sommer. In regelmäßiger Weise erhöhen sich hierbei mit abnehmender Wellenlänge die Amplituden derart, daß sie im Rot und Gelb klein, im Grünblau etwa 10%, im Blau etwa 15%, im Blauviolett etwa 25%, im Ultraviolett etwa 35% des Mittelwertes betragen; gleichzeitig wandert innerhalb der Jahreszeiten systematisch die Lage der Maxima und Minima mit abnehmender Wellenlänge auf frühere Monate (Maximum des Grünblau im Februar, des Ultraviolett im Dezember — Minimum des Grünblau am Juliende, des Ultraviolett am Julibeginn). Die Unterschiede zwischen Frühjahr und Herbst sind im sichtbaren Spektralteil nur gering; die Herbstintensitäten erheben sich über die Frühjahrsintensitäten um so mehr, je kürzer die Wellenlänge wird. Im Ultraviolett ist dieser Unterschied zwischen Herbst und Frühjahr ein sehr bedeutender, denn im September und Oktober steigt die ultraviolette Kurve viel steiler an als die der übrigen Farben. Fassen wir nochmals alles zusammen, so nimmt die Transparenz der Luft in ununterbrochener Weise vom Sommer zum Winter zu und vom Winter zum Sommer ab; energisch wird der Anstieg erst Anfang September, der Abfall im März; die einzelnen Strahlen-

gattungen werden um so mehr beeinflußt, je kurzwelliger sie sind; besonders im Ultraviolett ist der Jahresgang viel stärker ausgeprägt als im sichtbaren Spektrum. Der Jahresgang des Ultrarot ist infolge seiner Abhängigkeit vom Wasserdampfgehalt der Luft ein recht abweichender.

Strahlungssummen: Über die Strahlungssummen der Wärme für das Jahr und die einzelnen Monate unterrichtet die nachfolgende im Einheitsmaß der Wärme ausgedrückte Tabelle.

Tages-, Monats-, Jahres-Wärmesummen in Grammkalorien pro Quadratzentimeter.
a) der zur Strahlungsrichtung senkrechten Fläche,
b) der horizontalen Fläche bei klarer Sonne,
c) der horizontalen Fläche unter Berücksichtigung der Bewölkung.

	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
Monatssumme in Grammkalorien pro cm² senkrechter Bestrahlung	**12090**	12772	14672	20057	25080	**29543**	29010	29140	27683	23070	18414	13530	255061
Mittl. Tagessumme . .	**390**	412	524	647	836	953	**967**	940	893	769	594	451	8376
Monatssumme in Grammkalorien pro cm² horizont. Fläche (bei klarer Sonne)	**3508**	4123	6300	10757	15540	19220	**19740**	19344	17329	12840	8556	4740	141992
Mittl. Tagessumme . .	**113**	133	225	347	518	620	**658**	624	559	428	276	158	4659
Proz. d. senkrechten Bestrahlung .	**29,0**	32,3	43,0	53,6	62,0	65,0	**68,0**	66,4	62,6	55,7	46,5	35,0	55,6
Wirkl. Monatssumme bei Bewölkung .	**1875**	2297	3254	6048	7227	9588	10212	10825	**11021**	7818	5131	2817	78113
Mittl. Tagessumme . .	**61**	74	116	195	241	309	340	349	**356**	261	166	94	2562
Proz. der Bestrahlung für horiz. Fläche	53,5	55,7	51,6	56,2	**46,5**	49,9	51,7	56,0	**63,6**	60,9	60,0	59,4	55,0
Proz. d. senkrechten Bestrahlung .	**15,5**	18,0	22,2	30,2	28,8	32,4	35,2	37,1	**39,8**	33,9	27,9	20,8	30,6

Bei senkrechter Inzidenz und klarer Sonne erreicht danach die tägliche Bestrahlung ihr Maximum im Monat Juni mit 967, ihr Minimum im Dezember mit 390; im ganzen Jahre beträgt sie 255 061 gr. kal. Von diesen entfallen auf die horizontale Fläche nur 658 bzw. 113 bzw. 141 992 = 68 bzw. 29 bzw. 55,6 % und bei Berücksichtigung der Bewölkung in Wirklichkeit nur 340 bzw. 61 bzw. 78 113 = 35,2 bzw. 15,5 bzw. 30,6% der

überhaupt möglichen senkrechten Bestrahlung. Nicht der Juni, sondern der August erhält trotz niedrigeren Sonnenstandes in Wirklichkeit, infolge seiner günstigeren Bewölkungsverhältnisse, die größte tägliche Wärmesumme zugestrahlt mit 356 (Juni 340). Die geringste Wärmesumme empfängt infolge des Sonnentiefstandes der Monat Dezember, obwohl seine Bewölkungsverhältnisse weit günstiger sind als die der Monate Februar, April, Mai, Juni.

Nach der etwas rohen, aber für praktische Zwecke genügenden Roscoeschen Integrationsmethode[1]) sind dann für alle Spektralbezirke die Summen für den wolkenlosen Himmel berechnet und zwecks Vergleichs

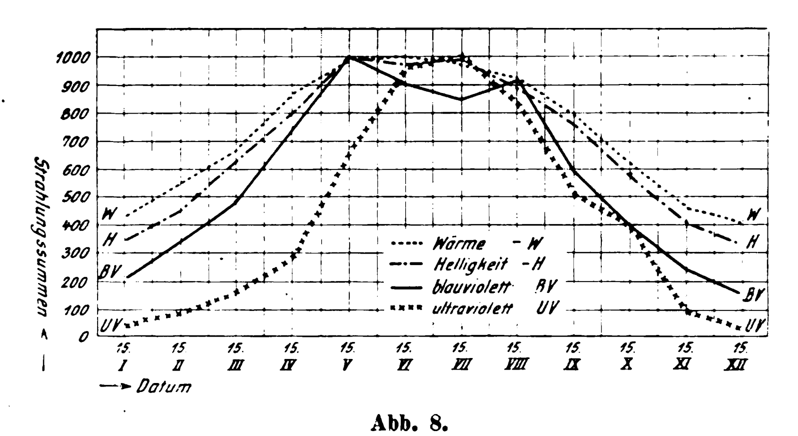


Abb. 8.

Jährlicher Gang der Summen der Strahlung der Sonne.
(Nach der Roscoeschen Integrationsmethode für den 15. jeden Monats berechnet und gezeichnet unter Gleichsetzung der Maxima = 1000.)

des Jahresganges der Strahlungssummen untereinander für die Wärme-, Helligkeits-, blauvioletten und ultravioletten Summen in vorstehender Abb. 8 derart zusammengezeichnet, daß die Maxima gleich und = 1000 gesetzt sind (kleine Abweichungen zwischen der vorstehenden Tabelle und Kurve W der Abb. 8 erklären sich durch die Ungenauigkeit der Integrationsmethode).

Während die mittleren täglichen Wärmesummen vom Sommer zum Winter nur um etwa 58% sinken, sinken sie im Ultraviolett um volle 95%. Bei allen Strahlungsgattungen überwiegt die Strahlungssumme der

[1]) Nach dieser Methode werden in einem rechtwinkligen Koordinatensystem die Stunden als Abszissen, die Intensitäten als Ordinaten eingetragen und die nach Ausziehen der entstehenden Kurve von dieser und der Abszissenachse gebildeten Diagramme planimetrisch ausgewertet und durch 24 (entsprechend dem 24stündigen Tage) dividiert.

ersten Jahreshälfte ein klein wenig die der zweiten, nur im Utraviolett ist die Summe der zweiten Jahreshälfte ganz wesentlich größer als die der ersten. Eine kleine sommerliche Senke zeigen die Helligkeitssummen.

Über den Einfluß von Wolken auf die direkte Sonnenstrahlung kann folgendes gesagt werden: Ci-Str., welcher in Sonnennähe tritt, ohne die Sonne zu verdecken, kann bei den gebräuchlichen Meßinstrumenten, in welche zusammen mit der Sonne ein kleines Himmelsstück einstrahlt, die Zahlenwerte bis zu 1% erhöhen. Tritt zarter Ci-Str. vor die Sonne, so mindert sich die Intensität um etwa 15%, doch gewinnt der Himmel in unmittelbarer Sonnennähe bis zu 30% seiner normalen Helligkeit, welche freilich sehr gering ist im Verhältnis zu der der Sonne, und zu dieser bei mittlerer Sonnenhöhe etwa in folgendem Verhältnis steht:

Sonnendistanz	Verhältnis	Sonnendistanz	Verhältnis
0,2°	1: 1700	3,0°	1: 40000
0,5°	1: 4000	5,0°	1: 55000
1,0°	1:10000	10,0°	1:220000

Zarte Schleierwolken in Gestalt von feinstem, hohem Stratus erniedrigen die Sonnenstrahlung um etwa 20% bei gleichzeitiger Erhöhung der Helligkeit des angrenzenden Himmels um etwa 100%. Der in Davos im Winter mittags für kurze Zeit aufsteigende Taldunst beeinträchtigt die Sonnenstrahlung nicht unwesentlich; im Falle dichtesten Auftretens können die kurzwelligen Sonnenstrahlen eine Einbuße von 27% erleiden, während gleichzeitig der Himmel in Sonnennähe bis zu 10% dunkler wird. Bei allen diesen Einflüssen haben wir Helligkeitsstufen[1]) der Sonne von S_{3-4} bis S_{2-3} im Auge. Bei S_2 haben wir auf etwa 50% der normalen Intensität zu rechnen, für S_1 ist eine mittlere Prozentzahl schwer anzugeben, sie mag auf 10—20% zu schätzen sein. Im allgemeinen dürfte gelten, daß die Sonnenstrahlung in ihrem kurzwelligen Teile mehr als im langwelligen durch Wolken beeinträchtigt wird, von ultraroten Strahlen abgesehen.

Wenn zu diesem Auszuge aus den Davoser Resultaten noch hinzugefügt wird, daß für den praktischen Gebrauch alle Zahlen derart in Tabellen gefaßt sind, daß man für jede Monatsmitte und volle Tagesstunde (vom Morgen bis zum Abend, solange die Sonne am Himmel stehen kann) den ihr zugehörigen Intensitätswert der Wärme-, Helligkeits-, blauvioletten und ultravioletten Sonnenstrahlung entnehmen kann, und daß gleichartige Tabellen melden, wie weit jederzeit sich das Spektrum in das Utraviolett

[1]) S_4 Sonne vollkommen frei erscheinend; S_3 Sonne nur durch zarten Schleier verdeckt: S_2 Sonnenscheibe sichtbar, aber noch keinen Schatten werfend; S_1 Sonne nur als heller Schein am Himmel erkennbar; S_0 Sonne vollständig bedeckt, so daß der Ort, an welchem sie steht, nicht erkennbar ist.

ausdehnt, welche Helligkeit und chemisch wirksame (blauviolette) Strahlung von Sonne und Himmel und vom Himmel allein ausgeht (gemessen durch die Beleuchtungsstärke der Horizontalfläche), und wie sich die Zahlen bei Auftreten von Wolken je nach Helligkeitsstufe der Sonne, Bewölkungsgrad und Sonnenhöhe ändern, und daß ein gleiches Material, wenn auch noch untabuliert, für die ultraviolette Strahlung des Himmels vorliegt, auch über die Wärmestrahlung des Himmels einiges gesammelt ist, so dürfte nicht bestritten werden, daß durch Fixierung dieser Normalwerte der Strahlung ein für die Medizin und Biologie reich verwertbares Material in praktisch leicht zu handhabender Form geboten ist. Geben doch diese Tabellen für alle interessierenden Strahlungsarten die Möglichkeit einer strengen Dosierung nach dem Zeitmaß, unter Berücksichtigung von Tages- und Jahreszeit und damit verknüpfter, event. auf Hunderte von Prozenten lautender Unterschiede der Intensität und spektralen Zusammensetzung. Die Arbeit ist unter den günstigen Strahlungsbedingungen des Hochgebirges in Davos im Laufe von etwa drei Jahren durchgeführt; die dabei gesammelten Erfahrungen werden die Arbeitszeit anderer Stationen zu kürzen vermögen, andererseits wird sich dieselbe um so länger ausdehnen, je ungünstiger die klimatischen Bedingungen sind. Die Normalwerte sind, wie fortgesetzte Beobachtungen gezeigt haben, durch den relativ kurzen zwei- bis dreijährigen Turnus der Jahre 1908—10 mit für praktische Zwecke genügender Sicherheit herausgesprungen; die Konstanz von Jahr zu Jahr ist erstaunlich gut, von optischen Störungen terrestrischen oder solaren Ursprungs abgesehen, welche noch erörtert werden. Ihren vollen Wert werden diese Zahlen aber erst gewinnen, nachdem sie ergänzt sein werden durch genaue Parallelzahlen anderer Orte, so daß sich eine Übersicht ergibt über die verschiedenen Strahlungsklimata. Hieran hat die medizinische Praxis ein ganz besonderes Interesse, denn sicherlich sind die Unterschiede der Strahlung an verschiedenen Orten viel größer als die aller übrigen meteorologischen Faktoren. Es würde nach den hiesigen Erfahrungen infolge der Konstanz der Strahlungsverhältnisse bei klarer Sonne ein einmaliger gründlicher Beobachtungsturnus zur Fixierung der Normalwerte für alle Zeiten genügen, und es würde, da die Strahlungsverhältnisse im wesentlichen von Höhenlage, Wasserdampf- und Staubgehalt der Luft abhängen, eine relativ geringe Anzahl von Stationen genügen, um allgemeine Klarheit zu schaffen, etwa je eine an der Nord- und Ostseeküste, im Rheinland und der Mark, auf den Höhen eines Mittelgebirges Norddeutschlands (Thüringen), in der Rheinebene Süddeutschlands und auf den Höhen des Schwarzwaldes und Oberbayerns[1]). Die spezifisch lokale

[1]) Vergleiche hierzu die genauer spezifizierten Vorschläge in Heft 7, S. 1[illegible] „Veröffentlichungen der Zentralstelle der Balneologie". Ein kleiner Bruchteil der auf sie gesetzten Hoffnungen hat sich schon erfüllt.

Einflüsse, wie sie insbesondere durch die Gestalt des natürlichen Horizontes und den Erdbodenreflex ausgelöst werden, sind mittels eines relativ einfachen Instrumentes, auf welches noch die Rede kommt, von weniger geschulter Hand auf die Normalwerte der Ortshelligkeit leicht mit genügender Genauigkeit reduzierbar. Vorausbedingung des Gelingens wäre freilich:

Genau abgestimmtes, einheitliches Instrumentarium, Beobachtungs- und Verarbeitungsprogramm, und daher eine einheitliche Zentrale in einem der bestehenden meteorologischen oder geophysikalischen Observatorien;

synchrone Beobachtungen, denn optische Störungen sind nicht gar selten;

Anwendung absoluten und konstanten, auch für die gebräuchlichen künstlichen Lichtquellen brauchbaren Maßes;

physikalisch gut durchgebildetes, arbeitsfreudiges Beobachtungspersonal.

Auch wären die Kosten bei der Feinheit der Beobachtungsinstrumente recht groß, größer aber wäre das Ziel, den die übrigen meteorologischen Elemente im wesentlichen bestimmenden und daher wichtigsten klimatischen Faktor zu charakterisieren und die von der Natur zu therapeutischen Zwecken unmittelbar gebotene Strahlungsquelle zu analysieren. Daß die Sonnenstrahlung weder quantitativ noch qualitativ sich von Ort zu Ort und von Zeit zu Zeit gleichbleibt, haben die obigen Beispiele wohl zur Genüge bewiesen.

Die ultraviolette Strahlung der Sonne. Für Messungen der Sonnenstrahlung im Ultraviolett kommen nur die photographische und photoelektrische Methode in Frage; die bolometrische läßt hier mehr oder weniger im Stich, weil die zu messende Energie gar zu klein ist, nur nämlich etwa 1% der Gesamtenergie, wie wir uns erinnern.

Zur Bestimmung der Transmissionskoeffizienten für verschiedene Wellenlängen in zerlegtem Licht bei Anwendung von Quarz- und Flußspatoptik bewähren die photographische und photoelektrische Methode sich gleich gut, und sie führen zu übereinstimmenden Resultaten. Die erstere ist infolge der notwendigerweise sehr peinlich vorzunehmenden Auswertung des Schwärzungsgrades der Platten mühsam und dadurch schwerfällig, daß die Reaktion während der Operation unsichtbar, also das Meßresultat nicht unmittelbar erkennbar ist; bei der letzteren kamen bisher nur Natrium- und Kaliumzellen nach der Auflademethode zur Verwendung.

Zur Bestimmung der Gesamtintensität des ultravioletten Sonnenspektrums genügen die in ausgedehntem Maße angewandten einfachen photographischen Methoden nicht, auch wenn — was den besten Fall darstellt — mit Hilfe eines die ultravioletten Strahlen absorbierenden Äskulinfilters aus der Differenz der Gesamtreaktion und der vom Blauviolett ausgelösten die allein auf das Ultraviolett entfallende fixiert wird. Über diese zwar sehr einfach zu handhabenden, aber sehr ungenauen Methoden sind wir hinaus dank der Anwendung der Photoelektrizität.

Das von Elster und Geitel anfangs der 90er Jahre geschaffene und allmählich weiter vervollkommnete Zinkkugelphotometer[1]) bedeutete den ersten großen Erfolg. Die Entladungsgeschwindigkeit einer elektrostatisch geschützt aufgestellten, negativ geladenen amalgamierten Zinkkugel wird an einem mit ihr sicher verbundenen Elektrometer gemessen, bei oder ohne Zuhilfenahme eines Braunschen Kondensators. Das kleine, leicht transportable, mit vorzüglicher Bernsteinisolierung und Ablesevorrichtung ausgestattete Instrument liefert die ultraviolette Sonnenintensität in einem relativen Maß, welches abhängig ist von der Kapazität des geladenen Systems und den Dimensionen und der Oberflächenbeschaffenheit der lichtelektrischen Fläche. Wenn auch selbst bei vorsichtiger Handhabung (vor allem bei jeder Einzelmessung wiederholter und gleichmäßig durchgeführter Amalgamierung der Zinkkugel) die Meßgenauigkeit wohl nur 10% erreicht, so liegt das in erster Linie wohl an der verschiedenen Beschaffenheit der die Kugel umgebenden Luft, insbesondere ihrem Feuchtigkeitsgehalt. Erst nach Einschluß des lichtempfindlichen Metalles in evakuierte oder mit Edelgasen gefüllte Zellen kam der entscheidende Fortschritt, zumal nachdem Elster und Geitel das Zink erfolgreich durch Kadmium ersetzt hatten. Dieses bietet nämlich im Gegensatz zum Zink, welches auch in kleinem Maße auf Strahlen aus dem Blauviolett reagiert, den Vorteil, daß es nur auf reines Ultraviolett (von 366 μμ abwärts) anspricht, und trotzdem werden vor der Sonne die Ausschläge bei Anwendung von argongefüllten Kadmiumzellen so groß, daß sie galvanometrisch meßbar sind. Mit 1—2% Genauigkeit gelingt es, auf diese Weise zu arbeiten. Bei allen vergleichenden Intensitätsmessungen im Ultraviolett macht sich bisher der große Übelstand geltend, daß ein allgemein anerkanntes Einheitsmaß nicht besteht. Die Hefnerkerze läßt hier im Stich, weil ihre Energie im Ultraviolett minimal ist. Elster und Geitel haben vorgeschlagen, Heraeus' Quecksilberlampe (Längsachse der Zelle zugewandt) bei 155 Volt 3,5 Ampère als Absolutmaß einzuführen, und die allgemeine Annahme dieses Vorschlages würde einen Fortschritt bedeuten. Für grundlegende synchrone Vergleichsmessungen der S. 512—513 empfohlenen Art würde freilich stets eine genaue Abstimmung der angewandten Zellen aufeinander zu empfehlen sein, denn die geringsten, chemisch nicht mehr nachweisbaren Spuren von Veruneinigungen des Zellenbelages und des Füllgases ergeben bei dieser über alle Maßen empfindlichen Meßmethode leicht Fehler, welche, sich summierend, die Resultate merklich beeinflussen können.

Über die Energieverteilung innerhalb des extraterrestrischen ultravioletten Spektrums läßt sich Zuverlässiges noch nicht aussagen. Die v[illegible]

[1]) Wien. Berichte IIa, März 1892.

Abbot mit seiner bolometrischen Registriervorrichtung gemessenen Werte können nicht als richtig angesehen werden; sie sind augenscheinlich zu hoch infolge Diffusionslichtes aus dem intensiveren Spektralteile. Dies wird bewiesen einerseits durch die Abweichung der aus ihnen abgeleiteten Transmissionskoeffizientenwerte von den nach der photographischen und photoelektrischen Methode übereinstimmend erhaltenen (wesentlich kleineren) und andererseits durch das von Abbot gefundene erneute Ansteigen der Energie bei etwa 0,35 μ (siehe Abb. 5, S. 480), welches aus theoretischen Gründen sehr unwahrscheinlich ist.

Über die atmosphärische Durchlässigkeit für die einzelnen Unterteile des ultravioletten Spektrums liegen meines Wissens bisher nur zwei, auf ausgedehnten Meßreihen beruhende, zuverlässige Resultate vor, nämlich die von Kron 1911 und 1913 photographisch in Potsdam (100 m) gesammelten Jahresmittel und die von Dember auf dem Pic von Teneriffa (3280 m) photoelektrisch an sieben Herbsttagen des Jahres 1914 gemessenen Tagesmittel. Die Transparenz der Atmosphäre ändert sich nach den bei diesen Messungen gemachten Erfahrungen für diese kurzwelligsten Strahlen von Tag zu Tag lebhafter als für die langwelligeren Strahlen des sichtbaren Spektrums, was in guter Übereinstimmung steht mit den oben gemeldeten größeren Schwankungen ihrer Intensität.

Kron Potsdam 100 m		Dember Pic von Teneriffa 3280 m	
Wellenlänge	Transmissionskoeffizient	Wellenlänge	Transmissionskoeffizient
0,402 μ	0,564	0,400 μ	0,737
0,378 „	0,494	0,375 „	0,636
0,362 „	0,433	0,360 „	0,596
0,351 „	0,387	0,350 „	0,577
0,341 „	0,354	0,340 „	0,512
0,333 „	0,321	0,330 „	0,451
0,325 „	0,268	0,320 „	0,442
0,319 „	0,238	0,310 „	0,266
0,311 „	0,183	0,300 „	0,176
0,308 „	0,153	0,285 „	0,014

Diese die Mittelwerte darstellenden Zahlen, verglichen mit denen der Tabelle S. 505, melden:

Im Ultraviolett läßt die Intensität mit abnehmender Wellenlänge sehr viel schneller nach als im sichtbaren Spektrum.

Mit Erhebung über den Meeresspiegel wächst die Durchlässigkeit der Atmosphäre für die ultraviolette Strahlung viel schneller als für die sichtbare.

Besonders klein ist die Durchlässigkeit der Atmosphäre für Wellenlängen unterhalb etwa 324 μμ in Potsdam, 320 μμ auf dem Pic.

Berechnen wir bei leichter Interpolation aus den Transmissionskoeffi-

zienten für die Wellenlängen 375 und 324 die bei verschiedenen Sonnenhöhen vorhandenen relativen Intensitäten, so erhalten wir

Wellenlänge \ Sonnenhöhe	90°	60°	30°	20°	10°
	Potsdam, 100 m				
375 $\mu\mu$	0,483	0,432	0,234	0,121	0,017
324 „	0,263	0,214	0,070	0,021	0,001
	Pic, 3280 m				
375 $\mu\mu$	0,636	0,593	0,405	0,269	0,079
324 „	0,446	0,394	0,200	0,096	0,011

Von der extraterrestrischen (einfallenden) Strahlung gelangen also bei 30° Sonnenhöhe von der Wellenlänge 375 μμ nur 40% bis zum hohen Berggipfel und 23% bis zum Meeresniveau, und von der Wellenlänge 324 μμ nur 20% bzw. 7%.

Aus der von Kron und Dember gefundenen Beziehung der Wellenlängen zu den Transmissionskoeffizienten folgt, daß sowohl in der Höhe wie auch in der Ebene die Sonnenstrahlen bei ungestörten atmosphärischen Verhältnissen nach dem Rayleighschen Gesetz proportional der vierten Potenz der Wellenlänge zerstreut werden, solange sie nicht kleiner werden als 324 μμ (nach dem Potsdamer Befund) oder 320 μμ (nach dem Teneriffa-Bund). Den bei diesen Wellenlängen plötzlich einsetzenden Nachlaß der Intensität sowie das gänzliche Aufhören des Spektrums bei etwa 290 μμ deutet man auf die Absorption durch Ozon, dessen Absorptionsbande etwa bei 320 μμ beginnt und bei 250—260 μμ ihr Maximum erreicht, doch dürften nebenher noch andere Ursachen mitwirken, deren Erörterung hier zu weit führen würde. Die Abhängigkeit des ultravioletten Spektrumendes von der Sonnenhöhe wurde schon S. 482 erörtert und mit Zahlen belegt, auch wurde erwähnt, daß ein Jahresgang gefunden ist, welcher in den hier folgenden, nur auf die vier Jahreszeiten bezüglichen Werten der in μμ angegebenen Endwellenlängen einen nur unvollkommenen Ausdruck findet, denn nach den Monatsmitteln fallen die größten μμ ausgesprochen in den Juli, die kleinsten in den November/Dezember.

Jahreszeit \ Sonnenhöhe	10°	20°	30°	40°	50°	60°
Winter	314,0	308,3	306,6			
Frühjahr	316,1	308,3	304,3	302,2	297,9	298,4
Sommer	319,0	309,7	305,2	302,4	298,9	297,6
Herbst	311,7	305,0	302,0	300,5		

Ultraviolette Intensität und Spektrumausdehnung gehen nach Monats- und Tagesmitteln stets erstaunlich proportional. Besonders charakteristisch

für die Änderung des Spektrumendes ist, daß sie gewissermaßen stoßweise erfolgt: Es liegen nämlich, ebenso wie bei 320 μμ, auch bei 314, 310, 305, 300 μμ scharfe Grenzen, an welchen die Intensität plötzlich stark abfällt und an welchen kürzere Wellenlängen langsam zu erscheinen beginnen. Ist die erste Wellenlänge der neuen Region erst erschienen, so pflegen dann die anderen derselben Region schnell nachzufolgen. Über die Änderung der Ausdehnung des Sonnenspektrums mit der Höhe fand Cornu auf Grund eines nicht unbedeutenden Beobachtungs- und experimentellen Materials, daß eine Zunahme von 1 μμ eintritt bei Aufstieg um 868 m. Es besteht noch keine vollkommene Klarheit über die Allgemeingültigkeit dieses Befundes.

Der Jahresgang der ultravioletten Intensität, wie er nach S. 507—510 in Davos gefunden ist, stimmt mit dem von Elster und Geitel in Wolfenbüttel in den Jahren 1889—1891 ermittelten nach Zeit und Größe gut überein. Mehr als die anderen Strahlen sind hiernach die ultravioletten von der Jahreszeit abhängig. Ob die Amplitude des Jahresganges in allen Jahren die gleiche sein wird, muß freilich bezweifelt werden, denn mehr als die anderen Strahlen sind die ultravioletten von der Sonnentätigkeit abhängig, und diese kehrt sich nicht an die Jahreszeit. Es wird darauf noch zurückzukommen sein.

An verschiedenen Orten gefundene Vergleichszahlen über die Gesamtintensität der ultravioletten Sonnenstrahlung sind nur sehr mangelhaft zu erbringen. Die Ursache ist der schon oben erwähnte Mangel eines Einheitsmaßes. Untereinander vergleichbare Zahlen haben bei übereinstimmenden Meßanordnungen F. Exner in Luxor und Wien und H. Mache im Indischen Ozean, Delhi und Ceylon gewonnen. Dieselben ordnen sich der Reihe nach von den größten zu den kleinsten Werten:

Luxor	(März),
Ceylon	(Dezember).
Indischer Ozean	(Oktober, November),
Wien	(April bis Juni),
Delhi	(November).

Wie die beigefügten Monate zeigen, erstrecken sich die Beobachtungen nur auf kurze Zeiten und verschiedene Jahreszeiten. Aus der großen Abhängigkeit der Werte von der Jahreszeit geht die Unvollkommenheit des Vergleiches hervor. Die Zunahme der Intensität mit der Höhe illustrieren Messungen, welche von Elster und Geitel mit einem und demselben Instrument bei gleichen Sonnenhöhen in Wolfenbüttel (80 m), Kolm-Saigurn (1600 m) und auf dem Sonnenblick (3100 m) vorgenommen worden sind. Die Werte standen im Verhältnis von 40 : 61 : 90. Die in Davos gefundenen Resultate sind schon oben gemeldet im Zusammenhange mit den auf das sichtbare Spektrum bezüglichen. Es dürfte sich für

zukünftige Messungen empfehlen, die Grenze von 320 μμ besonders zu beachten, unterhalb welcher die Strahlung sichtlich einem anderen physikalischen Gesetz folgt. Liegt hier vielleicht infolge Anpassung des Organismus der Lebewesen an die durch die Natur gegebenen Bedingungen eine scharf definierte Grenze für die stark bakteriziden Strahlen und für die von der Physiologie aus allgemeinen Erfahrungsgründen unterschiedenen „inneren“ und „äußeren“ ultravioletten Strahlen?

Sonnenschein-Autographen. Um aus den Intensitätsmessungen der Sonnenstrahlung die Strahlungssummen abzuleiten, müssen wir — wie schon oben gestreift — auf die die Zeitdauer der Sonnenstrahlung registrierenden Sonnenschein-Autographen zurückgreifen. Der weitest verbreitete derselben ist der Campbell-Stokessche Glaskugelheliograph, welcher den thermischen Effekt der Sonne ausnutzt, indem er auf einen Registrierstreifen eine Brennspur zeichnet; er wird an den größeren Observatorien ergänzt und kontrolliert durch das den chemischen Effekt der Strahlung ausnutzende Jordansche Instrument, welches auf lichtempfindlichem Blaueisenpapier schreibt. Gegen das Instrument ist, nachdem die Kritik einmal eingesetzt hat, ein zu weitgehendes Mißtrauen aufgekommen. Wahr ist, daß, nachdem die englischen, genau spezifizierten Heliographen vielerorten durch neue Typen ersetzt sind und ein — nicht immer aus edlen Motiven hervorgegangener — Wettstreit begonnen hat, möglichst viel Sonnenschein zu registrieren, Differenzen zwischen verschiedenen Glaskugelheliographen vorkommen, welche den Wert der Zeichnungen illusorisch machen. Man muß da aber nicht übersehen, daß nur von amtlichen Stationen gelieferte Aufzeichnungen in die der Wissenschaft dienenden Tabellen übergehen und daß an solchen Stationen nicht Instrumente stehen, welche der Reklame wegen durch geeignete Glas- und Papierqualität äußerst sensibel gemacht sind. Freilich sind auch die an den amtlichen Stationen verschiedener Länder stehenden Instrumente nicht durchweg einheitlich, ihre Empfindlichkeitsdifferenz hält sich aber in mäßigen Grenzen und die Empfindlichkeit ist stets mindestens annähernd bestimmt. Kleine, im System liegende Fehler sind nach peinlichen Untersuchungen allmählich ausgemerzt, anderen — wie einerseits zu geringes Anzeigen bei niedriger Sonne oder bei leichtem, nebelartigem Dunst (infolge zu geringer Empfindlichkeit) und andererseits zu großes Anzeigen bei sehr starken Intensitäten um die Mittagszeit (infolge zu ausgedehnter Brennspur) — wird durch geeignete, aus der Praxis abgeleitete Korrekturen bei der Auswertung der Brennspur Rechnung getragen. So gelingt es, für den Zweck im allgemeinen genügende Resultate zu gewinnen; es kommt im wesentlichen nur darauf an, daß die Auswertung der Brennspuren recht gewissenhaft geschieht. Die dem Jordanschen Instrument anhaftenden

Mängel liegen auf anderen Gebieten und sind nicht geringer als die des Campbell-Stokesschen Autographen normal definierten Typs, und daher liegt in allen Ländern fast allen offiziell veröffentlichten Zahlen die Zeichnung des letzteren Instrumentes zugrunde. Seine Minimalempfindlichkeit ist freilich, wie erwähnt, nicht voll genügend, und die Brennspuren liegen unerwünscht eng. Es hat daher an diesbezüglichen Verbesserungsbestrebungen nicht gefehlt, und ein sehr gründlich durchkonstruiertes, Sonnenscheinchronograph getauftes Instrument ist vor einigen Jahren unter J. Maurers Händen entstanden, welchem weite Verbreitung zu wünschen wäre. Es ist Meteorologische Zeitschrift 1914, S. 193, beschrieben. Bei ihm ist die Glaskugel durch eine achromatische Brennlinse, und der kugelschalige Streifenträger durch eine parallaktisch montierte, in der Stunde einmal um ihre Achse rotierende Registriertrommel ersetzt. Es bietet gegenüber dem Campbell-Stokes-Instrument die Vorzüge viel schärfer definierter und um das 15 fache verlängerter Brennspur (4 mm pro Zeitminute) und größerer Empfindlichkeit (1,5 gegenüber 4,0 $\frac{\text{gr. kal.}}{\text{min. cm}^2}$). Stationen, welche Strahlungsmessungen in der S. 512—513 kurz skizzierten Weise vorzunehmen gedenken, werden gut tun, sich dieses sensiblen Chronographen als Ergänzungsinstrument zu bedienen.

(Schluß folgt.)

Das photochemische Klima, im besonderen des Hochgebirgs, und seine Beziehungen zur Heliotherapie.

Von

Dr. **O. Bernhard,** St. Moritz.

(Mit 6 Abbildungen).

Einleitung.

Das Sonnenlicht, das bei den Völkern des Altertums, hauptsächlich bei den Griechen, Römern und Germanen, eine bedeutende hygienische und therapeutische Rolle gespielt hatte, war ungefähr anderthalb Jahrtausend lang in Vergessenheit geraten und aus dem Heilschatze ausgeschieden. Erst Ende des achtzehnten Jahrhunderts wurde die Sonnenlichtbehandlung, und zwar zuerst von den Franzosen, wieder aufgenommen. In den vierziger Jahren des letzten Jahrhunderts wurde sie von Bonnet in Lyon für chronische Gelenkleiden empfohlen. Dieser Gedanke war dann in der Lyoner Schule haften geblieben und seine Nachfolger Ollier und Poncet setzten auf den Galerien ihres Spitales tuberkulös erkrankte Gelenke der Sonnenbestrahlung aus. Allerdings geschah dies alles nur in kleinem Maßstabe, wie auch eine im Jahre 1899 von Poncets Schüler Millioz verfaßte Inauguraldissertation „L'héliothérapie comme traitement des tuberculoses articulaires“ sich nur über vier mit lokaler Heliotherapie behandelte Fälle von Knochen- und Gelenktuberkulose verbreitet. So erweckten diese Versuche auch kein größeres Echo.

Bekannter wurde die Sonnenlichtbehandlung durch den Schweizer Naturarzt Arnold Rikli, der im Jahre 1855 dieselbe in großem Maßstabe in seiner Anstalt in Veldes in der Oberkrain eingeführt hatte. Dem Ganzen fehlte aber eine wissenschaftliche Grundlage.

Im Jahre 1902 habe ich, nachdem ich schon viele Jahre vorher bei der Behandlung der chirurgischen Tuberkulose mit sehr guten Erfolgen vorzugsweise die klimatisch-diätetische Therapie, energische Freiluft- und Höhenkur, angewandt hatte, dank ihrer großen Strahlenenergie, auch noch die direkte Anwendung der Hochgebirgssonne als wichtigen therapeutischen Faktor herbeigezogen. Mit diesem Jahre datiert erst die mächtige Entwicklung auf dem Gebiete der Sonnenlichtbehandlung chirurgischer Krankheiten.

Unabhängig von den Franzosen und ohne von der oben erwähnten Lyoner Dissertation etwas gewußt zu haben, war ich auf einem anderen

Wege auf die lokale Heliotherapie gekommen und habe gleich von vornherein die Sonne meiner Gebirgsheimat auf breiterer Basis und systematisch zu therapeutischen Zwecken herbeigezogen.

Die Erfolge waren so überraschende, daß ich mich seither unentwegt mit der Ausarbeitung der Methode beschäftigte und auch immer bestrebt war, ihr so gut wie möglich eine wissenschaftliche Grundlage zu geben.

Bald- trat dann auch Rollier auf den Plan. Im Frühling 1904 teilte er mir in einem Briefe mit, daß er in Leysin eine Anstalt für hygienisch-klimatische Behandlung der chirurgischen Tuberkulose nach meinem Muster errichtet habe. — „Mon but est de suivre la méthode dont vous êtes, très honoré Confrère, le promoteur, et qui vous a donné depuis nombre d'années de si heureux résultats. J'ai pris la liberté de signaler votre nom et vos succès dans une circulaire destinée aux confrères.“

Ich beglückwünschte ihn zu seinem Unternehmen und teilte ihm zugleich mit, daß ich seit 2 Jahren auch noch die direkte Sonnenlichtbehandlung bei dieser Krankheit eingeführt hätte und gab ihm meine diesbezüglichen Ratschläge, worauf er mir den 19. April 1904 schrieb: „Je vous remercie vivement aussi pour vos éminents conseils que je vais m'empresser d'expérimenter.“ Im Oktober desselben Jahres berichtete er mir: „Je viens de lire dans la „Correspondenzblatt“ que vous ferez une communication à la prochaine assemblée médicale de Olten sur l'emploi thérapeutique de l'insolation en chirurgie. J'espère qu'aucun empèchement ne me privera du plaisir de vous entendre, car cette question m'intéresse vivement.

Sur le bienveillant conseil que vous me donniez ce printemps j'ai traité par l'insolation tous les cas de chirurgie à plaies ouvertes et suppurées. Etant au début de ma pratique à Leysin je ne dispose encore que d'un matériel bien insuffisant, toutefois les 8 cas que j'ai traités suivant votre indication m'ont donné des résultats si heureux et si encourageants que je me fais un devoir de vous les communiquer. En voici la liste . . . Voilà cher monsieur et très honoré confrère les heureux résultats obtenus avec votre excellente méthode que je vous remercie de m'avoir conseillé.“

Es handelte sich bei dieser Liste um 8 mit Sonnenbestrahlung behandelte Fälle, wovon 5 tuberkulöser Natur waren. Aus diesen 8 Fällen sind bei Rollier, der die neue Methode bald in großem Maßstabe betrieb, nun nahezu 3000 geworden. Ich selbst verfüge heute über mehr als 1000 Fälle. Dieses Material von über 4000 mit Sonnenlicht im Hochgebirge behandelten Patienten hat den Wert dieser konservativen Therapie aufs klarste bewiesen. Erst durch die mit der Heliotherapie im Hochgebirge Graubündens und des Waadtlandes erzielten schönen, ja oft geradezu er-

staunlichen Erfolge wurde die ärztliche Welt so recht auf die neue Heilmethode aufmerksam gemacht.

Es war nur natürlich, daß man bei dieser geographischen Entwicklung der Heliotherapie anfangs der Höhensonne einen fast ausschließlichen Wert beimaß und daß die Wertschätzung der Sonnenbehandlung in der Ebene sich nur langsam durchzuringen vermochte. Die Sonne scheint aber überall über Gerechte und Ungerechte und auch der kranke Mensch kann überall ihre Heilkraft erfahren.

Die Sonnenlichtbehandlung ist glücklicherweise kein Monopol des Hochgebirges. Hingegen gehört dasselbe neben andern Klimen, wie dem der See, der Wüste und der Steppe, zu den privilegierten Lichtklimen, ja es ist wohl das bevorzugteste.

Vermöge der starken Insolation und der Trockenheit der Luft bieten auch das Wüsten- und Steppenklima günstige Verhältnisse für die Sonnenlichtbehandlung. Allerdings hat die Wüste den großen Nachteil von meistens sehr hoher Lufttemperatur, und dann wird die Intensität der chemischen Strahlung, weil in der Atmosphäre gewöhnlich viel aufgewirbelter Sand suspendiert ist, abgeschwächt. Einen Beweis für die Abschwächung der chemischen Strahlen in der Wüste sehe ich darin, daß mir Photographen erzählt haben, daß sie in Ägypten trotz einer Fülle von Sonnenschein länger exponieren mußten als z. B. im Engadin.

Was das See-, Insel- und Küstenklima anbelangt, das gerade in der Behandlung der chirurgischen Tuberkulose von jeher eine große Rolle gespielt hat, so ist hier neben seinen anderen Heilfaktoren, wie Salzgehalt der Luft usw., gewiß auch die Lichtwirkung von größter Bedeutung.

So sagt Loewy: „Vielleicht ist auf die starke Belichtung und nicht allein auf die gleichmäßige Temperatur und den höheren Feuchtigkeitsgehalt die Tatsache zurückzuführen, daß noch bis spät in den Herbst hinein die Vegetation an der Nordsee einen sommerlichen Charakter behält.“ Hiller bemerkt: „Auch bei bedecktem Himmel, wo das einfache Tageslicht vom Wasser und Sande reflektiert wird, empfängt der Kurgast am Strande doch immer verstärktes Tageslicht durch die Reflektion“. Infolge der starken Belichtung sehen wir auch an der See eine lebhafte Hautbräune, „Hâle de mer“, wie bei den Bewohnern des Hochgebirges. Allerdings wirkt hier die Reflektion des Lichtes durch den Schnee noch energischer Widmer geht sogar so weit, daß er Höhen- und Seeklima identifizieren und beider Wirkung als Lichtwirkung auffassen will.

Zwischen Licht und Klima bestehen innige Wechselbeziehungen. Darüber hat uns schon die Meteorologie zwingende Aufschlüsse gegeben.

Direkte Lichtmessungen.

In neuerer Zeit begann man auch, das Licht direkt zu messen, während man früher nur über die Wärmeverteilung gut orientiert war, für deren Messung man das bequeme Thermometer hat.

Einen ersten Versuch zur Messung der chemischen Lichtintensität veröffentlichte Draper 1843. Sein Apparat, das Tithonometer (er nannte die chemischen Strahlen „tithonic rays"), beruht auf dem Prinzip der Verbindung von Chlor und Wasserstoff zu Salzsäure durch Lichtwirkung. Er gewann aber keine genauen Angaben. 1854—57 arbeiteten Bunsen und Roscoe diese Methode aus und erfanden einen brauchbaren Apparat, den sie Chlorknallgas-Photometer nannten.

Zu erwähnen sind auch Becquerels elektrochemisches Aktinometer und Vogels chemisches Photometer (1868).

1869 folgte Marchand, Fécamp, mit seinem Photantitypimeter. Er bestimmte die Kohlensäure, die sich durch Einwirkung des Lichtes aus einem Gemisch von Eisenchlorid und Oxalsäure entwickelt.

Einen ähnlichen Apparat verwandte Vallot zu seinen photometrischen Messungen am Mont-Blanc.

Diese Apparate befriedigten aber alle nicht. Bunsen und Roscoe schlugen dann einen anderen Weg ein nach dem Prinzip der Schwärzung von photographischem Papier durch Licht, und es gelang ihnen 1862, ein gleichmäßig lichtempfindliches Papier herzustellen. In den neunziger Jahren arbeitete Wiesner unter Anwendung der Bunsen-Roscoe-Einheit eine einfache und praktische Methode aus, welche photoklimatische und pflanzenphysiologische Messungen gestattet, bei leicht transportablem Apparat.

Wenn wir heute auch noch über verfeinerte Methoden verfügen (Zinkkugelphotometer von Elster und Geitel, Michelsonsches Aktinometer, Zeißscher Apparat zur Dauerphotographie des ultravioletten Sonnenspektrums u. a.), so wird doch von den meisten Lichtforschern ihrer Einfachheit und Bequemlichkeit halber die Wiesnersche Methode angewandt, so von Rübel, dem wir lichtklimatische Studien über Algerien, die Kanaren und den Ozean, sowie über die Hochalpen (Berninahospiz) verdanken. Auf diesen genauen, vom gleichen erfahrenen Beobachter mit dem gleichen Instrumentarium an den verschiedensten Orten und in den verschiedensten Klimen gemachten Beobachtungen stützt sich in der Hauptsache die vorliegende Arbeit.

Gerade für das Studium der Sonnenlichtbehandlung sind solche direkten Lichtmessungen von größter Bedeutung. Sehr richtig schreibt Stelling in seiner Arbeit: Photochemische Beobachtungen der Intensität des gesamten Tageslichtes, St. Petersburg 1878: „Wenn man erwägt, einen wie großen Einfluß die Intensität des Lichtes auf das Wachstum und Gedeihen

der Pflanzen- und der Tierwelt ausübt, einen Einfluß, der auch in hohem Grade auf das Wohl und Wehe des Menschen sich erstreckt, so kann man nur lebhaft wünschen, daß die photochemischen Messungen eine größere Verbreitung als bisher finden möchten."

Das Tageslicht.

Das Licht, das die Sonne ausstrahlt, wird durch die Atmosphäre verändert. Ein Teil erreicht die Erdoberfläche als eigentliches Sonnenlicht: es ist dies das „direkte Sonnenlicht". Ein großer Teil wird zerstreut und erreicht die Erde als „diffuses Licht". Das direkte Licht wirkt also nur wo und während die Sonne scheint, das diffuse aber überall und jederzeit, wo überhaupt Helligkeit herrscht. Im Schatten haben wir nur diffuses Licht, in der Sonne kommt das direkte dazu; wir haben da das „Gesamtlicht" oder das gemischte Sonnenlicht. Dieses Gesamtlicht mißt man, wenn man den Apparat in die Sonne hält, das diffuse, wenn die Meßstelle beschattet wird; die Differenz bleibt für das direkte Sonnenlicht.

Über Intensität und Dauer der Sonnenbestrahlung im allgemeinen.

Während des Durchganges durch die Atmosphäre, welche die Erdkugel bis zu einer Höhe von 320 km umgibt, erleidet die Intensität des Sonnenlichtes eine erhebliche Einbuße. Am meisten werden von dieser Abschwächung die chemisch wirksamen Strahlen betroffen, am wenigsten die Wärmestrahlen. Nach Langley werden 39 bzw. 42 % der violetten und ultravioletten Strahlen gegenüber 70 und 76 % der roten und ultraroten Strahlen durch die Atmosphäre hindurchgelassen.

Es gibt dafür folgende Tabelle:

Ultraviolett	39 %	Gelb	63 %
Violett	42 %	Rot	70 %
Blau	48 %	Infrarot	76 %
Grünlichblau	54 %		

Untersuchungen von Violle ergeben, daß die Abschwächung der Sonnenstrahlen auf der Höhe des Mont Blanc nur 6 % beträgt gegenüber 20 bis 30 % am Meere.

Dieser große Gehalt der Hochgebirgssonne an ultravioletten Strahlen zwingt den Photographen zu einer kürzeren Expositionszeit und zeigt sich den Hausfrauen von seiner unangenehmen Seite im rascheren Abblassen und Verschießen bunter Stoffe, Verbleichen von Tapeten usw. Je mehr wir uns vom Meeresniveau vertikal entfernen, desto kräftiger ist die Bestrahlungsintensität. Auf gewissen Höhen müßte die Hitze, trotzdem, wie eben gesagt, die Wärmestrahlen beim Durchgang durch die Atmosphäre gegen-

über den übrigen Strahlen nur eine Abschwächung von 50 % erleiden, fast unerträglich werden, wenn dagegen nicht nach einem bestimmten Gesetze die Luftwärme mit zunehmender Höhe abnehmen würde. Aus zahlreichen Beobachtungen mit Registrierballons ergab sich eine durchschnittliche Temperaturabnahme bis zu einer Höhe von 10 000 m von 0,62° für je 100 m.

Je mehr die durchstrahlte Luft durch Beimengung von Fremdkörpern, Rauch, Staub, Sand usw. verunreinigt, oder je feuchter, d. h. mit Wasserdämpfen gesättigter, sie ist, je größere und zahlreichere Hindernisse also das Sonnenlicht auf seinem Weg zur Erde zu überwinden hat, desto mehr tritt diese Abschwächung ein und desto mehr vermindert sich namentlich sein Gehalt an chemischen Strahlen. So kommt es, daß das Sonnenlicht, bis es die Erdoberfläche erreicht hat, ärmer ist an kurzwelligen Strahlen als das elektrische Bogenlicht. Es ist ferner bekannt, daß für die Beleuchtung der Leuchttürme vielfach das Petroleumlicht dem doch an Helligkeit weit überlegenen Lichte der Bogenlampe vorzuziehen ist, denn das an blauen und violetten Strahlen reiche Bogenlicht wird vom dichten Nebel schnell verschluckt, während das an roten und gelben Strahlen reiche Petroleumlicht ein weit stärkeres Durchdringungsvermögen durch Nebel und Regen besitzt.

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß nach reinigenden Niederschlägen die Lichtintensität am höchsten sein muß. Jeder Regenguß reißt selbstverständlich Millionen Staubteilchen mit sich zu Boden; mit noch viel größerer Gewalt nimmt ein Schneefall, besonders wenn er recht reichlich und dicht ist, alle Unreinlichkeiten der Luft mit sich. Ich erinnere nur an das verhältnismäßig häufige Auftreten von sogen. gelbem Schnee in den Zentralalpen, dessen feste Bestandteile sich als von Südwinden mitgeschleppter Wüstensand erwiesen.

Da mit einer gewissen Höhe auch der prozentuale Anteil des Schnees an der gesamten Niederschlagsmenge zunimmt, ist dies für die Lichtintensität in den höheren Regionen von einer nicht zu unterschätzenden Bedeutung. Im Alpengebiete beträgt er bei 1000 m 25 %, bei 2000 m 60 % und bei 3500 m 100 %.

Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft, sowohl die absolute wie die relative Feuchtigkeit, ist in der Höhe niedriger als im Tieflande; er beträgt in einer Meereshöhe von 1500 m nur noch 0,58 seines Wertes auf dem Meeresniveau.

Aber nicht nur die **Kraft**, sondern auch die **Dauer** der Bestrahlung hängt von der Klarheit der Luft ab. Nebel und Fabrikrauch können die Bestrahlungsdauer bis zu 75 % herabsetzen. So sehen wir bei verhältnismäßig nahe gelegenen, gleichgroßen Städten eine tägliche Differenz in der

Sonnenscheindauer von einer Stunde und mehr, z. B. zwischen einer Fabrikstadt einerseits und einer Universitätsstadt andererseits.

Hamburg, mit dem Rauche seiner Fabrikschlote und seines Hafens durch die ungezählten ein- und ausfahrenden Eisenbahnzüge und Schiffe, gibt wie London und ähnliche Städte ein klassisches Beispiel, wie neben der geographischen Lage auch die Industrie ein Klima beeinflussen kann und wie wichtig die Rauchfrage selbst für Höhenkurorte, wenigstens für solche größeren Stiles, werden könnte. Glücklicherweise kann hier durch die Einführung der weißen Kohle, d. h. des elektrischen Betriebes von Bahnen und Heizungen, Abhilfe geschaffen werden.

Für die Nebelbildung kommt hauptsächlich die Nähe eines Ortes von großen Wasserflächen, Meer, Seen und größeren Flüssen in Betracht, namentlich auch von solchen, die im Winter nicht zufrieren und dann noch intensiver durch Verdunstung Feuchtigkeit abgeben, ferner seine Höhe über dem Meer. Man denke nur an das Nebelmeer der schweizerischen Niederung, das uns, wenn wir auf einer hohen Bergspitze weilen, als eine kalte, feuchte Unendlichkeit zu Füßen liegt, aus der Hunderte von Kuppen und kühnen Bergspitzen sonnendurchflutet im herrlichem Glanze dem tiefen Blau des Himmels entgegenragen. Die dünne Luft läßt da alles Schaubare mit äußerster Deutlichkeit zur Geltung kommen, so daß der Neuling hier oben die Entfernungen regelmäßig unterschätzt. Entfernte Gipfel oder Ortschaften erscheinen ihm ganz nahe. Auch die Intensität der Farben erleidet im Hochgebirge, soweit die Luft klar ist, kaum eine merkliche Abstufung; selbst das Entfernte leuchtet hier in fast ungeminderter Farbenglut.

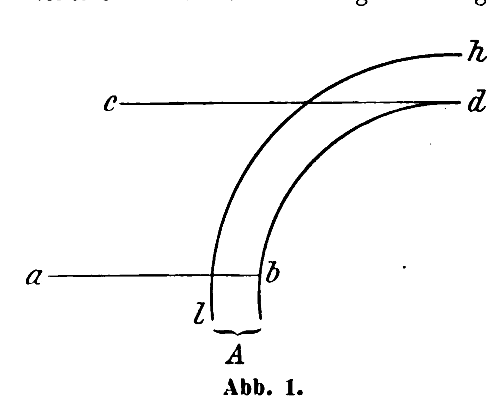


Abb. 1.
lh äußerer Rand der Lufthülle.
bd Erdoberfläche.
A Atmosphäre (Lufthülle).

Ferner sind neben der Erhebung über den Meeresspiegel für die Bestrahlung sowohl in ihrer Intensität als in ihrer Dauer noch von Wichtigkeit: der Einfallswinkel und die Entfernung der Erde von der Sonne.

Je näher der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen einem rechten kommt (*a b* in obenstehender Figur), desto kräftiger wirken sie, wie jede andere Kraft, deren Angriffspunkt sich der Senkrechten nähert, auf die Oberfläche *(b d)*, denn einen um so kürzeren Weg haben sie durch die Luft-

hülle *(A)* zurückzulegen und um so weniger Wärme und Strahlenenergie geben sie an diese ab.

Der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen liegt namentlich für die südlichen Abhänge sehr günstig. Selbst die niedrigstehende Sonne des Winters vermag dort eine kräftige Erwärmung zu bewirken. Während die Bergkämme und selbst die Spitzen in wärmere Luft getaucht sind, fließt bei ruhigem hellen Wetter die kalte Luft längs der Talflanken in die Täler, wo sie sich zu Kälteseen ansammelt. Es ist dies ein scheinbarer Gegensatz zu der oben angeführten Tatsache, dem Sinken der Wärme parallel mit der Höhe. Wir nennen diese Erscheinung im Gebirge die „Temperaturumkehr im Winter". Der Einfluß von Wärme und Licht auf die Flora und Fauna tritt uns speziell in engen, tief eingeschnittenen Gebirgstälern so recht zutage, wo von den sonnigen Hängen freundliche Dörfer herabgrüßen und Wein und Getreide hoch hinauf gepflanzt wird, während auf der Schattenseite dunkle Nadel- und Laubwälder und Farrenkräuter bis ans Ufer des Flusses reichen. Auch beim Menschen macht sich ein Unterschied zwischen den Schattenseitern und den Talbewohnern, welche im Winter die Sonne monatelang nur an der gegenüberliegenden Berglehne sehen, und den Sonnenseitern geltend. So sagt Stebler von den Bewohnern des Lötschberges (Kanton Wallis): „Die Leute an den sonnigen Halden sind zähe, von Wind und Wetter, Sonne und Arbeit abgehärtete Naturen. Sie sind zäher und weniger den Krankheiten ausgesetzt als die Bewohner des jenseitigen Talhanges, des Schattenberges; denn die direkt einfallenden Sonnenstrahlen stärken die Lebenskraft."

Der Kreislauf der Wärme an jedem Tage beweist ebenfalls die Wichtigkeit des Einfallswinkels. Die um die Zeit der Nachtgleichen nahe den Polen fast parallel mit der Erdoberfläche einfallenden Strahlen *(c d)* spenden dieser kaum irgendwelche Wärme. Dazu kommt, daß die Strahlenbündel sich über einen um so größeren Raum der Erdoberfläche zerstreuen und dementsprechend an Wirksamkeit verlieren, je schräger sie einfallen. Herrscht klares Wetter, so gelangen auf einer Sonnenhöhe von 10° auf die Erdoberfläche 20 % der Sonnenstrahlen, bei 30° : 56, bei 50° : 69, bei 90° : 75 %. Das Verschlucken, die Absorption, der Sonnenstrahlen durch die Luftschichten ist die Ursache, daß der Einfluß des langen Sommertages in den Polargebieten fast getilgt wird. Aus diesen Gründen wird die Erde innerhalb der Wendekreise am besten belichtet. Lichtintensität und Temperatur nehmen im allgemeinen vom Äquator nach den Polen hin ab.

So hat Südeuropa bis über 2000 Stunden mehr Sonnenschein im Jahre gegenüber nördlichen Gegenden. Das trockene südliche Madrid hat im Jahre 2908 Sonnenstunden gegenüber Inverneß im feuchten Mittelschottland mit kaum 700; ja selbst der in der Nähe gelegene 1343 m

hohe Berg Ben Nevis, die höchste Erhebung der Britischen Inseln, zählt nur 726 Stunden, trotzdem ja die mögliche Dauer der Bestrahlung mit der Bodenhöhe zunimmt.

Die Sonnenscheindauer des ganzen Jahres müßte, bei völligem Fehlen der Bewölkung, an einem Punkte mit freiem Horizonte 4380 Stunden betragen. Diese Zahl wird nirgends erreicht; am nächsten kommen die Wüste und die Steppe kontinentaler Erdgebiete. Kimberley im inneren Hochland Südafrikas genießt eine Sonnenscheindauer von mehr als 3200 Stunden pro Jahr, also etwa 75 % der idealen Sonnenscheindauer.

Die größere Sonnennähe, Perihel, bewirkt eine stärkere Bestrahlung, die sich namentlich in einer großen Differenz der Temperatur im Schatten und der Sonne bemerkbar macht.

Von Wichtigkeit dürfte dieser Umstand für den Gaswechsel bei Mensch und Tier sein. Rubner stellte folgendes Gesetz auf: Die Wirkung der Besonnung auf den Gaswechsel des Menschen äußert sich darin, daß die wärmende Wirkung der Sonne in einer dem Steigen der Lufttemperatur gleichwertigen Weise nach Maßgabe der Hälfte des Temperaturüberschusses der Sonnen- über die Schattentemperatur zutage tritt.

Das Licht im Hochgebirge.

Der Physiker Henri Dufour (Lausanne) stellt den Satz auf: „Die Sonnenbelichtung des Höhenklimas, die Intensität der dort wirkenden Sonnenbestrahlungen ist vielleicht unter den physiologischen Faktoren der wirksamste und der kostbarste für denjenigen, der eine Luftkur im Hochgebirge macht.“

Ähnlich äußert sich Dorno, der verdiente Davoser Klimatologe, indem er in seinem Werke „Studie über Licht und Luft des Hochgebirges“ (1911) schreibt: „Der Hauptfaktor des Hochgebirgsklimas ist die Stärke seiner Sonne, nicht nur im Verhältnis zur Sonnenstärke des Flachlandes, sondern auch im Verhältnis zum Schatten.“

Auch der bekannte Klimatograph der Steiermark, Klein, sieht in der Intensität der Sonnenbestrahlung im Hochgebirge dessen wichtigsten klimatischen Faktor, und ich möchte mich diesen Ansichten überzeugt anschließen.

Wärmestrahlung.

Auffällig für jeden, der aus der Ebene kommt, ist die mächtige Wärmemenge, die die Sonne in den Bergen und namentlich im Winter spendet. Es kommt häufig vor, daß bei Schattentemperaturen unter minus 10° C noch über plus 50° in der Sonne abgelesen werden, während man im Tieflande von einer Wärmewirkung der Wintersonne kaum sprechen kann. Wie staunt der Tiefländer, wenn er auf 1800 m Höhe bei größter Winterkälte Leute

in der Sonne hemdärmelig Sport treiben oder gar in einer Sonnenklinik zarte und kranke Kinder nackt auf den Terrassen in munterer Unterhaltung oder bei fröhlichem Spiel sieht. Und wiederum ist im Hochgebirge auch in heißen Sommern die Lufttemperatur nie so hoch, daß die Patienten die Besonnung lästig empfinden, namentlich nicht, wenn man dazu die Morgenstunden verwendet, während in der Ebene zur Sommerszeit die hohe Lufttemperatur die Bestrahlung häufig sehr unangenehm gestaltet und zeitlich sehr einschränkt.



Abb. 2.

Der für die Heliotherapie so wichtige erhebliche Abstand zwischen den im Schatten und den am Sonnenthermometer gemessenen Temperaturen, d. h. der Unterschied zwischen der Lufttemperatur und der Wärmeintensität der Sonne, wird durch folgende Tabelle Harms illustriert:

	Seehöhe m	im Schatten	in der Sonne	Differenz
Witby	20	32,2°	37,8°	5,6°
Pontresina	1800	26,5°	44,0°	17,5°
Berninahospiz . . .	2330	19 1°	46,4°	27,3°
Diavolezza	2980	6 0°	59 5°	53,5°

Während also im Meeresniveau der Unterschied zwischen Schatten und Sonne 5,6° C beträgt, steigt er auf einer Höhe von 1800 m auf das Dreifache und bei 3000 m fast auf das Zehnfache, auf 53,5°.

Auf die maximalen Sonnentemperaturen und Differenzen hat der Reflex der Schneedecke einen großen Einfluß, daher fallen sie auch in die Monate, wo bei hohem Sonnenstand die Schneedecke noch liegt (März bis Mai). Rübel fand auf dem Berninahospiz die größte Differenz am 13. März 1906 mit 62,5⁰ und ich in St. Moritz den 29. Februar 1914 mit 60,5⁰. Die gleichzeitige Schwankung der Lufttemperatur betrug 25.2⁰.

Sonnenscheindauer.

Da, wie einleitend bemerkt, nach einem physikalischen Gesetze die mögliche Dauer der Bestrahlung im allgemeinen mit der Bodenhöhe zunimmt, ergibt die Summe der Sonnenscheindauer im Jahre für das Hochgebirge natürlich erheblich höhere Werte als z. B. für räumlich nicht weit entfernte Orte der Ebene. So haben wir nach einer 25jährigen Beobachtung (1886—1910) des schweizerischen meteorologischen Observatoriums in Zürich in St. Moritz auf einer Höhe von 1856 m über dem Meere 1857 Stunden Sonnenschein im Jahr, gegenüber Zürich, 411 m über dem Meere, mit 1676 Stunden. Nehmen wir aber die Wintermonate November bis März, so kommen wir noch auf ganz andere Werte.

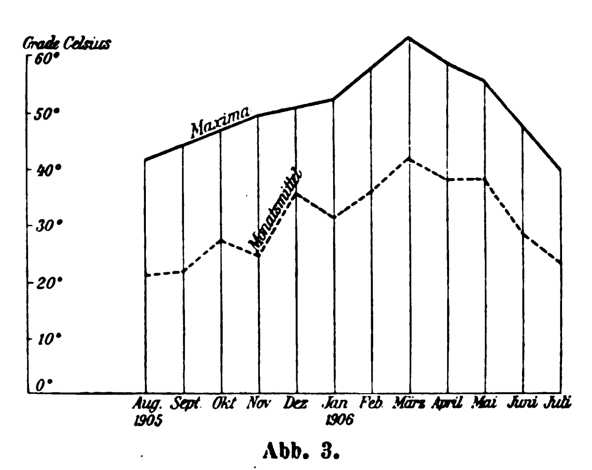


Abb. 3.
Monatsmittel und Maxima der Differenzen zwischen Sonnen- und Schattentemperaturen. Berninahospiz August 1905 bis Juli inkl. 1906.

Sonnenscheindauer

	November	Dezember	Januar	Februar	total
in St. Moritz:	107	77	99	129	412 Std.
in Zürich:	48	37	49	81	215 „

Das Verhältnis der Sonnenscheindauer für die vier Wintermonate also ist etwa 2 : 1. Für die sechs kürzesten Monate Oktober bis März ergaben sich für St. Moritz 700 Sonnenstunden, gegenüber 535 in Basel und 300 in Hamburg.

Angesichts der immer mehr anerkannten Heilwirkung der Sonnenstrahlen machen nun mehrere schweizerische Kurorte regelmäßige Aufzeichnungen über jährliche Sonnenscheinstunden und Tage mit Sonnenschein. So verzeichnen beispielsweise im Jahre 1914:

	Sonnenscheinstunden	Tage mit Sonnenschein
Barmelweid (769 m)	1381	208
Allerheiligenberg (900 m)	1412	275
Heiligenschwendi (1140 m)	1473	—
Davos (1562 m)	1710	320 (Mittelzahl aus 20 Jahren)
St. Moritz (1860 m)	1850	322
Monte Bré (933 m) bei Lugano	2150	Lugano (257 m) 305 (Mittelzahl aus 20 Jahren)

Während die ersten fünf Stationen ein regelmäßiges Verhältnis zwischen der Höhe über Meer und der Sonnenscheindauer zeigen, macht der südlich und günstig exponierte, aber niedrige Monte Bré eine starke Ausnahme. Die sonnige Heiterkeit des südlichen Himmels findet hier einen ziffermäßigen Ausdruck.

Lichtintensität. (Photochemisches Klima im engeren Sinne.)

Ähnlich verhält es sich mit der Intensität des Sonnenlichtes im Gebirge. Wir verfügen hier über interessante und sehr wichtige vergleichende, photochemische Lichtmessungen, die von Dorno für Davos (1560 m über dem Meere) und Weber für Kiel (Meeresniveau) bei einem Breitenunterschiede von 7°, und von Rübel für das Berninahospiz (2309 m) und Wießner für Kremsmünster (384 m) und Wien (170 m über dem Meere) bei einem Breitenunterschiede der letzten Orte gegenüber dem Berninahospiz von ungefähr 2° vorgenommen wurden.

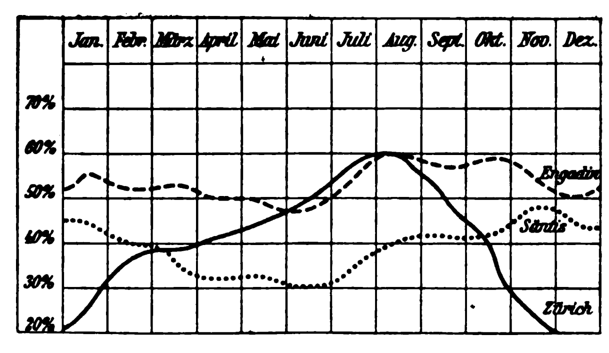


Abb. 4.
Jährlicher Gang der prozentualen Dauer des Sonnenscheins auf einem Hochgipfel (Säntis, 2500 m ü. M.), in einem Hochtal (Oberengadin, 1800 m ü. M.) und in der Ebene (Zürich, 411 m ü. M.). (Nach Maurer.)
P. S. Das 700 m tiefer gelegene Engadin zeigt günstigere Sonnenverhältnisse als der nördlicher gelegene Säntis, der, wie manche Bergspitzen, auch ein Wolkenfänger ist.

Rübel[1]) hat die Messungen auf dem flachen Dache des Berninahospizes vorgenommen. Der Horizont ist dort allerdings nicht ganz frei, allein von den Bergen sind die meisten weit genug entfernt, daß sie keinen meßbaren

[1]) E. Rübel, Untersuchungen über das photochemische Klima des Berninahospizes. Zürich 1908. — Derselbe, Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes. Leipzig 1912, Wilhelm Engelmann.

Einfluß auf das Resultat haben. Einzig der Pic Cambrena bewirkt bei den niedersten Sonnenständen des Winters einen frühen Sonnenuntergang und verkürzt daher bei den ganztägigen Beobachtungen die Dauer des Sonnenscheins.

Die Messungen bezogen sich auf die Intensität des direkten Sonnenlichtes allein, auf die Lichtintensität im engeren Sinne, und auf die Intensität des gesamten Sonnenlichtes, d. h. des diffusen und des direkten Sonnenlichtes zusammen, auf die Lichtsummen. Ich gebe hier seine Berechnungen für die Lichtintensität und die Lichtsummen.

Gestützt auf seine äußerst genauen Beobachtungen kommt Rübel für die Lichtintensität zu folgenden Schlüssen:

Wien mit seinem Rauch der Großstadt und seinen Nebeln zeigt eine geringere Intensität als das freigelegene Kremsmünster. Höher als in den beiden Talstationen ist die Intensität auf dem Berninahospiz. Am stärksten kommt dies in den Wintermonaten zum Ausdruck, in welchen die Ebene von dichten Nebeln überlagert ist, während es auf Bergeshöhe klar ist. Da tritt uns speziell der Dezember entgegen: Wien 95, Berninahospiz 237. und der Januar: Wien 85, Berninahospiz 279, also auf der oberen Station $2^1/_2$ bzw. 3mal mehr Licht.

Noch drastischer kommt es zum Ausdruck, wenn wir die absoluten Minima der Mittagsbeobachtungen vergleichen. Die geringsten Intensitäten des Winters weist Wien auf:

am 5. Dezember 1893 bloß 7
am 7. November 1894 bloß 9

dagegen auf Berninahospiz:

am 23. Juni 1907: 85
am 17. November 1905: 114
am 28. Dezember 1905: 123

also das 12—16 fache.

Hiermit tritt uns die gepriesene Klarheit und Lichtfülle des Alpenwinters zahlenmäßig in aller Deutlichkeit entgegen.

Lichtsummen.

Die höchsten gefundenen Werte für die Lichtsummen sind 505 (29. Mai 1906), der niedrigste 52 (20. Januar 1906); sie verhalten sich wie 1 : 9.7. rund 1 : 10. In Wien betrugen die Extreme 419 (17. Juni 1894) und 6.2 (17. November 1894), ihr Verhältnis ist wie 1 : 68. Die Lichtverhältnisse des alpinen Standorts sind also viel gleichmäßigere als die der Großstadt in der Niederung, und dies beruht hauptsächlich darauf, daß das Berninahospiz die sehr dunklen Wintertage überhaupt nicht kennt, da es höher liegt als ein großer Teil der verdunkelnden gewaltigen Nebelmassen.

Aus Rübels diesbezüglichen Tabellen ergibt sich folgendes: Die Lichtsummen des Berninahospizes sind durchweg bedeutend höher als die von Wien und mit geringen Ausnahmen, die wohl der Verschiedenheit der Beobachtungsjahre zuzuschreiben sind, höher als die von Kremsmünster. Am stärksten kommt dies in den Wintermonaten zum Ausdruck.

Betrachten wir die Monate Dezember, Januar und Februar, so erhalten wir als Tagesmittel

Wien	24
Kremsmünster	38
Berninahospiz	64

oder, wenn wir statt des Mittels die Summe der drei Monate nehmen:

Wien	2081
Kremsmünster	3403
Berninahospiz	5724

Besonders hervorzuheben ist der große Anteil von direktem Sonnenlicht, im Mittel 16, oder die Summe von 1440. Für die anderen beiden Stationen werden diese Faktoren leider nicht angegeben, doch dürfte für Wien die Lichtsumme des direkten Lichtes in diesen dunklen Wintermonaten sich nicht viel über Null erheben und auch der Betrag für Kremsmünster ein ziemlich geringer sein. Auf diesem hohen Betrag von 5724 Gesamtlichtsumme und besonders auf den 1440 Lichtsumme des direkten Lichtes dieser Wintermonate dürfte die Berühmtheit der alpinen Winterkurorte und Sportplätze beruhen.

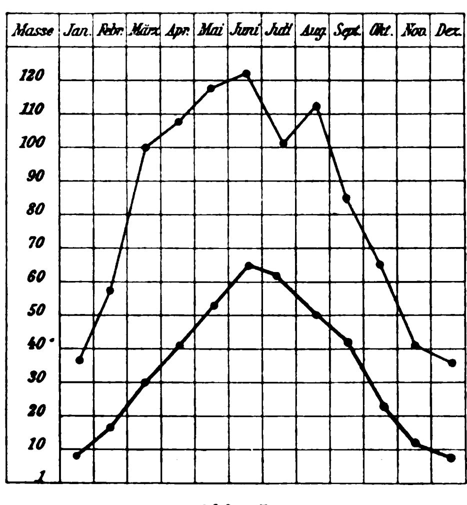


Abb. 5.

Kurve über die Lichtintensität in Davos und Kiel während der einzelnen Monate eines Jahres.

—— = mittägliche Helligkeit in Davos.

▬▬ = mittägliche Helligkeit in Kiel.

Dorno und Weber verdanken wir folgende Übersicht, die für jeden Monat des Jahres die mittägliche Helligkeit angibt:

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Davos:	35	58	100	108	118	121	101	112	85	65	40	38
Kiel:	8	17	29	41	54	65	62	50	42	22	11	7

Es zeigt also Davos im Winter eine viermal, im Sommer eine zweimal so starke Beleuchtung wie Kiel. Diese Werte stimmen ziemlich genau mit den von Rübel auf einem anderen Wege gefundenen überein.

Die vorhergehenden Lichtmessungen beziehen sich auf die Strahlung der Sonne im allgemeinen. Über die ultraviolette (chemisch wirksame) Strahlung im Hochgebirge liegen Untersuchungen von Dorno vor. Derselbe hat durch mehrjährige Einzelbeobachtungen und automatische Registrierungen alle vier Spektralbezirke sowohl im Sonnenlicht wie im Schatten nebeneinander gemessen. Für die uns hauptsächlich interessierende ultraviolette Strahlung ergaben sich folgende merkwürdige Tatsachen:

im Winter recht bedeutende Wärmeintensität bei ganz geringer ultravioletter;

im Frühjahr größte Wärmeintensität bei wenig gesteigerter ultravioletter;

im Sommer große Wärme- und größte ultraviolette Intensität:

im Herbst große Wärme- bei verhältnismäßig noch stark anhaltender ultravioletter Intensität. -

Diese Resultate stehen mit meinen langjährigen biologischen Beobachtungen im Widerspruche. In der menschlichen Haut haben wir ja auch ein empfindliches Meßinstrument für die ultravioletten Strahlen, indem dieselbe auf starkes Licht mit einer Entzündung, dem Erythema solare bzw. photoelectricum, dem dann eine mehr oder weniger starke Pigmentierung folgt, reagiert.

Charcot hat als erster darauf hingewiesen, daß das Lichterythem und die Pigmentierung von den ultravioletten Strahlen herrühren, was unbestritten geblieben ist, und was wir auch täglich bei Arbeitern in elektrischen Fabriken, die längere Zeit der Einwirkung des elektrischen Bogenlichtes ausgesetzt sind, und bei Patienten, die mit letzterem oder mit der Quarzlampe bestrahlt wurden, sehen; während wir ein Wärmeerythem, das Erythema caloricum, das wohl auch die Haut rötet, aber bald, ohne irgendwelche Pigmentierung zu hinterlassen, verschwindet, bei Bäckern, Heizern, Glasbläsern und anderen Berufen, welche rotglühenden Strahlungsquellen reichlich ausgesetzt sind, beobachten.

In den Monaten März bis Mai, wo bei noch bestehender Schneedecke der Sonnenstand schon ein hoher ist, sehen Bergbewohner, die fast den ganzen Tag im Freien zubringen, Postillione, Postkondukteure, Fuhrleute und Wegarbeiter fast negerhaft aus. Diese intensive Pigmentierung geht hier auch an sonnenarmen Tagen unter dem diffusen Himmels- und reflektiertem Schneelicht vor sich, da speziell der blauviolette Teil des diffusen

Lichtes durch den unmittelbaren, d. h. Nahreflex des Schnees bedeutend erhöht wird[1]).

Die Pigmentierung der Haut vollzieht sich in diesen Monaten natürlich auch bei den Sonnenpatienten am stärksten. Ein holländischer Marineoffizier, der im März 1914 direkt von Java in meine Klinik kam, behauptete, er sei in St. Moritz nach zehn Tagen stärker gebräunt gewesen als jemals während seines dreijährigen Aufenthaltes in den Tropen. Die vom Schnee reflektierten Strahlen haben eben die Eigenschaft, die Pigmentierung in hohem Grade zu fördern. So berichtet auch Bowles: „Während eines Aufenthaltes in Davos (im Spätwinter) fiel mir namentlich die ungewöhnlich dunkle, braune Hautfarbe der sich dort dauernd aufhaltenden Personen auf; es sah aus, als wäre die Haut mit Walnußsaft gefärbt worden. Ich habe diese Gegenden auch im Sommer häufig besucht, aber trotzdem die Sonne dann viel kräftiger ist, so ruft sie dennoch bei weitem nicht eine so intensive Hautfärbung hervor, außer bei denjenigen, welche Touren jenseits der Schneegrenze unternehmen. In Folkestone, wo ich längere Zeit gewohnt habe, hatte ich häufig Gelegenheit, die Winterreisenden auf der Fahrt von und nach St. Moritz und Davos zu sehen, und ich habe ausnahmslos dasselbe Resultat konstatiert."

Die pigmentierende Kraft der Frühlingssonne konnte auch dem Alpenbewohner nicht unbemerkt bleiben. Der Volksmund spricht deshalb von jener unschönen und unregelmäßigen Pigmentierung bei lichtempfindlichen Leuten, den Epheliden, nicht von Sommersprossen, sondern er nennt sie Märzenflecken.

Gockel bemerkt zu Dornos obigen Beobachtungen, daß dieselben (wie Charcots Untersuchungen) ebenfalls beweisen, daß der Anlaß zu dem „nur im Sommer auftretenden Gletscherbrand" die ultra-

---

[1]) **Nachtrag bei der Korrektur.** Eben lese ich in einer Arbeit von Marguerite Henrici, „Chlorophyllgehalt und Kohlensäureassimilation bei Alpen- und Ebenenpflanzen", Inauguraldissertation, Basel 1918, daß die von ihr untersuchten Vertreter der Schneetälchenflora (Primula integrifolia und Soldanella alpina) sowie die alpinen Frühblüher (Anemone vernalis und Ranunculus alpestris) im Vergleich zu anderen Alpenpflanzen einen sehr hohen Chlorophyllgehalt aufweisen. Die Ursache des erhöhten Chlorophyllgehaltes bei diesen Pflanzen erklärt die Autorin damit, daß die Pflanzen der engen Schneetälchen, in die nur wenig direktes Sonnenlicht eindringt, und die alpinen Frühblüher, die gewöhnlich während der bewölkten Zeit der Schneeschmelze erscheinen, fast ausschließlich von diffusem Himmels- oder reflektiertem Schneelicht bestrahlt werden, und somit überwiegend blaue Strahlen erhalten. Neben der durch Versuche festgestellten Begünstigung der Chlorophyllbildung durch rote Strahlen liegt nämlich für dieselben noch ein zweites relatives Maximum im Blau (vgl. Schmidt, Die Abhängigkeit der Chlorophyllbildung von der Wellenlänge des Lichtes, Cohns Beiträge zur Biologie der Pflanzen, 1914).

violette Strahlung sei. Die Behauptung, der Gletscherbrand trete nur im Sommer auf, ist aber falsch und wird durch die Erfahrungen bei den in neuerer Zeit immer häufiger unternommenen Hochgebirgstouren im Winter widerlegt. Wenn der Gletscherbrand dabei oft weniger intensiv und auch etwas seltener auftritt als im Sommer, so liegt der Grund wohl darin, daß es sich bei den Leuten, die im Winter Hochtouren unternehmen, meistens um geübte Skifahrer handelt, welche sich vorher auf geringeren Höhen schon gut trainiert hatten und deshalb schon kräftig pigmentiert waren. Ich habe aber jeden Winter und namentlich gegen das Ende desselben hin Gelegenheit, Fälle von sehr intensivem Gletscherbrand zu behandeln. So habe ich in diesem Monat März (1919) am gleichen Tage vier selten schwere Fälle von Sonnenbrand bei Skiläufern nach einer verhältnismäßig kurzen, drei- bis vierstündigen Tour — Berninahäuser 2049 m nach Diavolezzahöhe 2980 m und zurück — beobachtet, Fälle wie ich sie ärger selbst im Sommer nach den längsten Gletscherwanderungen selten gesehen habe. Daß eine gute Pigmentierung vor Gletscherbrand schützt, ist eine bekannte Tatsache, und ich erinnere dabei nur an folgenden charakteristischen Fall von Lesser: Ein Patient mit Vitiligo, der an den Händen zahlreiche weiße, vollkommen pigmentlose Flecken aufwies, wurde auf einer Hochgebirgstour durch die intensive Sonnenbestrahlung stark verbrannt; aber nur die Vitiligoflecken zeigten Erythem- und Blasenbildung, während die normal pigmentierte Haut intakt blieb.

Abb. 6.

Blonde Patientin. Hilusdrüsen. Dreistündliches Vollsonnenbad von sich aus, ohne vorhergehende Angewöhnung.

—— = Achselhöhlentemperatur.
▬▬ = Rektaltemperatur.

Beigegebene Kurve über eine mit hohem Fieber einsetzende Lichtentzündung im Monat März möge für die Intensität auch der Frühlingssonne an ultravioletter Strahlung sprechen. Nach der volkstümlichen Erfahrung und meinen und Bowles Beobachtungen entspricht das Auftreten der stärksten Pigmentierung eigentlich derjenigen Jahreszeit, für welche Dorno eine geringe oder eine kaum gesteigerte ultraviolette Intensität angibt. Es wäre interessant, wenn dieser Widerspruch zwischen den Ergebnissen der Physik und der Biologie seine Lösung finden würde. Auf

die Rolle des Schneereflexes (Nahreflexes) habe ich schon oben aufmerksam gemacht.

Es bedarf aber zur Entstehung des Pigmentes nicht immer einer vorausgehenden Entzündung. Es handelt sich bei der Pigmentierung der Haut um einen chronischen Vorgang, der sich bei den verschiedenen Tieren und Menschen stärker oder schwächer abspielt. Über die Rolle des Pigmentes in der Therapie herrschen immer noch Meinungsverschiedenheiten. Durch jahrelange Erfahrung habe ich den Eindruck gewonnen, daß diejenigen Patienten am sichersten und schnellsten durch das Sonnenbad heilen, welche sich am meisten pigmentieren. So werden, ceteris paribus, bei brünetten Patienten mit der Insolation gewöhnlich bessere und raschere Erfolge erzielt als bei blonden.

Ist nun erwiesen, daß Lichterythem und Pigment ein Produkt der ultravioletten Strahlen sind, so müßte man logischerweise künstliches, an ultravioletten Strahlen reiches Licht dem natürlichen vorziehen, und die Erfolge müßten bei ersterem weitaus bessere sein als bei letzterem. Die Tatsachen aber widerlegen es. Übrigens habe ich die Beobachtung gemacht und andere haben sie bestätigt, daß das Gesamtlicht die Solidität und die Dauer der Pigmentierung günstig beeinflußt. Sonnenpigment hält länger an als durch künstliche Lichtquellen, wie elektrisches Bogenlicht oder Quecksilberdampflicht, erzeugtes.

Es würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten, wenn ich näher darauf eingehen würde, warum ich das natürliche Gesamtlicht, namentlich das weniger abgeschwächte und in seiner ursprünglichen Zusammensetzung (Verhältnis der einzelnen Strahlengattungen zueinander) weniger veränderte Sonnenlicht des Hochgebirges, allen anderen Lichtquellen vorziehe. Den, der sich dafür interessiert, verweise ich auf meine Bücher: „Heliotherapie im Hochgebirge, mit besonderer Berücksichtigung der Behandlung der chirurgischen Tuberkulose“ (Stuttgart, Verlag Ferd. Enke, 1912) und „Sonnenlichtbehandlung in der Chirurgie“, Neue Deutsche Chirurgie 23 (ebendaselbst 1917). Die Verfechter der rechtsseitigen, kurzwelligen Strahlen des Spektrums, die in diesen allein die Träger des Heiles sehen, gehen zu weit: *die übrigen Komponenten des Sonnenlichtes haben auch ihre therapeutische Bedeutung, namentlich gilt dies für die strahlende Wärme.* Dieselbe spielt gerade bei der Behandlung der chirurgischen Tuberkulose durch Erzeugung einer tiefgehenden Hyperämie eine große Rolle. Übrigens sind, last not least, die natürlichen Heilquellen, strömen sie als Heilwässer aus der Erde oder als Licht vom Himmel, immer noch die besten. So ist und bleibt auch die so viel gepriesene „künstliche Höhensonne“ (Quarzlampe), wie es übrigens auch ihr Name sagt, nur ein — allerdings willkommener — Ersatz, ein Surrogat des Sonnenlichtes. Im

natürlichen Lichte sind die kurzwelligen Strahlen gleichmäßiger verteilt, im Quarzlichte sind sie im Überschusse; auch der der Quarzlampe zur Wärmeproduktion angehängte Glühlampenring kann die strahlende Sonnenwärme nicht ersetzen. Der größte Wert der künstlichen Lichtquellen besteht darin, daß sie uns jederzeit zur Verfügung stehen. Sowie uns aber die Sonne scheint — und dies gilt auch für das Tiefland —, ist sie vorzuziehen.

Wenn ich von künstlichen Lichtquellen spreche, so lasse ich dabei die Röntgenstrahlen, die gerade zur Behandlung der chirurgischen Tuberkulose auch immer mehr herbeigezogen werden, aus dem Spiele. Hier handelt es sich doch um andere Verhältnisse als bei der Lichttherapie im engeren Sinne.

Es ist nun interessant, auch andere lichtklimatische Studien Rübels mit den vorliegenden zu vergleichen.

Im Frühjahr 1908 machte Rübel[1]) eine naturwissenschaftliche Studienreise nach den kanarischen Inseln, wobei er auf dem Mittelmeere, dem Ozean und auf den Kanaren, sowie auf dem 3730 m hohen Pico de Teyde daselbst Lichtstudien machte. Bei der Besteigung des Piks machte er auch Messungen in dem prachtvollen, dichtbelaubten Lorbeerwalde von Agua Garcia, ca. 1100 m ü. M., und in der Wolkenregion, die gewöhnlich auf einer Höhe von 1300—1700 m ü. M. um den Pik sich lagert. Seine hauptsächlichsten Resultate faßt er folgendermaßen zusammen:

1. In der Beobachtungszeit war auf dem Meer 1400 die höchste gemessene Gesamtlichtstärke, 830 die höchste diffuse, 900 die höchste direkte. Auf dem Berninahospiz ging letztere bis 1330, während die diffuse Lichtstärke nur 600 war. Die Lichtfülle hoher Standorte beruht auf dem direkten Lichte.

2. Auf dem Meer erreicht das direkte Sonnenlicht nur vereinzelt den doppelten Wert des diffusen; niedrigste Sonnenhöhe, bei der dies zutraf. 32° (Wien 57°, Berninahospiz 16°).

3. Auf dem Meere ist das diffuse Licht stärker als auf dem Land.

4. Hohe Sonnenstände haben auf die Lichtintensitäten eine ausgleichende Wirkung.

5. Die Lichtsummen steigen auf dem Meere höher als in Wien.

6. Auf dem Pik herrschten nicht die großen erwarteten Lichtstärken. Die Zahlen vom 6.—8. April 1908 bleiben unter dem Mittel derjenigen des 1400 m niedrigeren Berninahospizes bei gleicher Sonnenhöhe und Sonnenbedeckung.

[1]) E. Rübel, Beiträge zur Kenntnis des photochemischen Klimas der Kanaren und des Ozeans. Zürich, Druck von Zürcher & Furrer, 1909.

7. Das direkte Sonnenlicht erreichte in großer Seehöhe den sechsfachen Wert des diffusen.

8. In der Wolkenregion herrscht $^1/_{1,5}$—$^1/_6$ des Tageslichtes; im Lorbeerwald im Mittel $^1/_{10}$—$^1/_{40}$.

Wir sehen daraus, daß ein Berg mitten im Ozean nicht dieselbe Lichtfülle genießt wie z. B. ein gleich hoher in den Zentralalpen. Schon während der Besteigung des Pik fiel es Rübel in erster Linie auf, daß schon für das bloße Auge nicht die erwartete Lichtfülle eintrat; während bei Touren in den Alpen das starke Blenden häufige Benutzung der dunklen Brillen nötig macht, störte ihn dort auf dem Pik das Licht auch ohne Brille fast gar nicht. Sein Vergleich der gemessenen Lichtintensitäten mit denen in den Alpen bestätigte seine Wahrnehmung.

Die Messungen im Lorbeerwald zeigten auch, wie ein dichter Wald viel Licht verschluckt und wie nur geringe Mengen der gesamten Lichtintensität ins Innere desselben gelangen. Durch den Mangel an Licht wird auch die Flora des Urwaldes charakterisiert und der Kampf der einzelnen Stämme um Licht und Luft gibt ihm sein wirres, wildes Aussehen.

Eine weitere Reise zur Kenntnis des photochemischen Klimas machte Rübel[1]) im Frühling 1910 nach Algerien, wo er das Licht des Nordrandes der Sahara, des großen Atlas, der Hochebene der Schotts (Steppe) und des Tell-Atlas studierte und zu folgenden Schlußfolgerungen kam:

1. Das Charakteristische der Wüste ist die geringe Lichtintensität bei vollem Sonnenschein.

2. Bei bedecktem Himmel kann in der Wüste die Intensität sehr gering werden (65 bei 40° Sonnenhöhe).

3. Direkt nach Regen kann sie auch hier zu beträchtlicher Höhe steigen.

4. Der Nordrand der Sahara zeigt trotz der bedeutenden Meereshöhe in seinen Massen des Gesamtlichtes große Übereinstimmung mit Ägypten.

5. Das direkte Licht kann im hochgelegenen Nordrand der Sahara den 2,8fachen Wert des diffusen erreichen, auf dem Atlas-Berggipfel den 3,5fachen, auf der blendenden Hochebene der Schotts den vierfachen, im Tell-Atlas den dreifachen.

6. Das Licht auf dem Gipfel des Berges im großen Atlas erreichte fast den doppelten Wert desjenigen des Tales, reicht hingegen noch lange nicht an durchschnittliche alpine Werte bei diesen Sonnenhöhen.

---

[1]) E. Rübel, Beiträge zur Kenntnis des photochemischen Klimas von Algerien. Zürich, Druck von Zürcher & Furrer, 1910.

7. Die Zahlen des Gipfels im Sahara-Atlas (mit Sand in der Luft bei 2000 m sind sehr ähnlich denjenigen von Hochebene und Tell-Atlas bei ca. 1000 m (ohne Sand in der Luft) bei ähnlichem, teilweise auch ziemlich niedrigerem Sonnenstand.

Vergleichen wir alle diese Resultate, so ist durch dieselben die Superiorität der Lichtintensität des Hochgebirges der Alpen gegenüber der See, der Wüste und der Steppe klar bewiesen.

Ferner dürfen wir auch nicht vergessen, daß das Höhenklima neben der starken Insolation noch folgende wichtige klimatische Faktoren besitzt, welche einen intensiven Einfluß auf den Organismus auszuüben vermögen:

In erster Linie den verminderten Luftdruck und die dadurch bedingte Herabsetzung der Sauerstoffmengen in der Volumeinheit der Luft, welche durch den Körper kompensiert werden müssen durch die Vermehrung der Sauerstoffüberträger des Blutes, der roten Blutkörperchen mit ihrem Hämoglobin, und durch vermehrte Arbeit des Atmungs- und Kreislaufapparates.

2. Die geringe absolute Feuchtigkeit der Luft. Verhältnismäßig wenig Niederschläge, mäßige Bewölkung. Kalte, trockene, schneereiche Winter. Warme und doch nicht zu heiße Sommer. Wenig Wind, besonders im Winter. Schutz der Täler gegen Winde durch die Gebirgskämme. Während der langen Wintermonate absolute Freiheit von Staub.

3. Eine reine, fast bakterienfreie Luft.

4. Verstärkte radioaktive Emanation.

Ich gehe nicht weiter auf eine nähere Besprechung dieser übrigen Heilfaktoren des Hochgebirges ein, weil eine solche nicht mehr in den Rahmen dieser Arbeit gehört.

Wo nur immer möglich, sollte zu lichttherapeutischen Zwecken das Hochgebirge benutzt werden. Auf dem europäischen Kontinente sind wir hierin ja gut bestellt. Geben wir einen Blick auf die Karte Europas, so sehen wir, daß von der iberischen Halbinsel bis zu den Karpathen sich eine fast ununterbrochene Gebirgskette hinzieht und daß die Alpen in der Mitte der meisten Kulturvölker Europas liegen. Es ist also fast allen Nationen die Gelegenheit geboten, ihre Kranken ins Gebirge zu schicken. Die Errichtung von Sonnenheilstätten daselbst oder dann vorzugsweise am Meere sollte im Programm aller Kulturstaaten stehen.

Die sich stets mehrenden Stimmen, daß auch in der Ebene vorzügliche Resultate mit der Sonnenlichtbehandlung erzielt werden — ich möchte hier nur den kürzlich erfolgten begeisterten Aufruf von Bier für die Sonnenheilstätte Hohenlychen bei Berlin erwähnen — müssen das Herz eines jeden

Heliotherapeuten erfreuen. Dennoch dürfen wir aber nicht vergessen, daß in der Ebene der Sonnenlichtbehandlung sowohl in Bezug auf die Dauer als die Intensität doch große Schranken gesetzt sind, und namentlich im Winter in den hyperboreischen Zonen. Um so mehr sollte man also gerade im Tieflande jeden Sonnenstrahl zu erhaschen suchen. Die Berücksichtigung der Sonnenbehandlung sollte bei allen Krankenhausneubauten, wo sie auch liegen mögen, im Programme stehen. Die offenen Liegehallen sollten für die Spitäler von ebenso großer Wichtigkeit werden wie alle übrigen notwendigen Einrichtungen der modernen Medizin.

Wie wir bei jedem Medikamente auf Qualität und Quantität der Droge schauen müssen, so gilt dies auch beim Lichte. Die exakte Wissenschaft hat mit ihren Lichtmessungen wieder einmal zahlengemäß bestätigt, was die Empirie schon lange als richtig befunden hatte — die Empirie geht ja gewöhnlich dem Experiment voraus —, nämlich, daß sich für die Sonnenlichtbehandlung am besten hochgelegene Gebirgsgegenden eignen und hier wiederum die nach Süden abfallenden Bergabhänge wegen des günstigen Einfallwinkels. Dazu kommt noch der auch schon erwähnte Umstand, die mit der Höhe parallel gehende Abnahme der Luftwärme, weswegen die Insolation an hochgelegenen Orten weniger durch die Unbequemlichkeit und die Nachteile zu starker Erhitzung infolge der umgebenden heißen Luft beeinflußt wird und dementsprechend länger ausgeführt werden kann. Neben der besseren Qualität verfügen wir im Hochgebirge auch über ein größeres Quantum von Licht.

Diejenigen Fälle, die wir der Sonnenlichtbehandlung zuführen wollen, werden im Hochgebirge am raschesten und besten geheilt werden. Dadurch werden die vermehrten Kosten andererseits wieder aufgewogen. Bardenheuer äußert sich sehr treffend, indem er die Unterbringung chirurgisch Tuberkulöser in der Höhe befürwortet: „Die Verpflegung der Kranken kommt der Kommune nicht teurer zu stehen, im Gegenteil in Wirklichkeit billiger. Und hierbei wird eine große Zahl von Tuberkulösen nicht nur dem Leben erhalten, sondern als leistungsfähige Bürger, ohne verkrüppelt zu sein, ohne ein verkürztes Bein, ein versteiftes Gelenk zu haben, ohne ein Bein oder einen Arm verloren zu haben, der Kommune erhalten."

Bier gibt für die in Hohenlychen in den letzten drei Jahren behandelten Kinder mit chirurgischer Tuberkulose folgende statistische Angaben: Von 480 Patienten wurden geheilt 332, beinahe geheilt 37, blieben unverändert 48, starben 19, gleich 4 %.

Für eine Hochebene im Mittelgebirge verdanken wir Hotz[1]), Frei-

---

[1]) Hotz, Die Behandlung chirurgischer Tuberkulosen bei Kriegsteilnehmern. Mün. med. Woch. 1917, Nr. 37, Feldärztliche Beilage.

burg, ebenfalls eine Statistik. In der von mir im Sommer 1915 im Auftrage des Sanitätsamtes des 14. Deutschen Armeekorps (Karlsruhe) — auf Anregung der Großherzogin Luise von Baden — in Dürrheim, 720 m ü. M., eingerichteten Sonnenheilanstalt wurden in den ersten zwei Jahren im ganzen 750 Fälle von chirurgischer Tuberkulose behandelt mit einer Mortalität von nicht ganz 2%. Die Spätmortalität ist dabei natürlich nicht berücksichtigt[1]).

Von meinen ersten 1000 Fällen (Erwachsene und Kinder) sind geheilt 858, wurden sehr gebessert 120, blieben ungebessert 14, starben 8, gleich 0,8 %. Von den ungebesserten starben später noch 6 infolge ihrer Tuberkulose. Mortalität, inklusive Spätmortalität 14, d. i. ca. $1^1/_2$%.

Bei diesen Zahlen ist in erster Linie auch die Art der Heilung zu berücksichtigen. Während bei der früheren radikal-operativen Behandlung der chirurgischen Tuberkulose Drüsenkranke unter Hinterlassung großer, oft störender Narben, und Knochen- und Gelenkleidende meistens mit dem Opfer verkürzter und versteifter Gliedmaßen ausheilten, findet bei der Sonnenlichtbehandlung in der Regel eine natürlich-integrale Heilung unter Wiederkehr der Gelenkfunktionen statt. Sodann handelt es sich in der Mehrzahl der Fälle um Dauerheilungen. In den vielen Jahren, seit denen ich die Heliotherapie anwende, habe ich sehr selten mehr ein lokales Rezidiv oder das Auftreten einer neuen Lokalisation gesehen. Luft und Sonne haben den Körper nicht nur so gestärkt, daß er der Krankheit Herr wurde, sondern ihn auch noch bei diesem Siege über die Infektion durch Bildung von Immunstoffen für die Zukunft gewappnet.

Und dennoch möchte ich zum Schlusse darauf aufmerksam machen, daß wir in der Sonnenbehandlung der chirurgischen Tuberkulose wohl ein ideales Mittel, aber kein sogen. Spezifikum besitzen. Ich habe in meinen Schriften immer wieder betont, daß dieselbe kein solches ist, wohl aber ist sie in der Hand des Arztes und Chirurgen, der bei ihrer Anwendung auch die übrigen bewährten Methoden zur Unterstützung herbeizieht, das beste und wirksamste Heilmittel, das uns heute im Kampfe gegen diese Krankheit zu Gebote steht. Auch wir haben, wie obige Zahlen zeigen, einige Mißerfolge und Todesfälle zu verzeichnen; denn es gibt überall gegen die tuberkulöse Noxe und ihre sekundären Infektionen so empfindliche Individuen, daß sie auch im besten Klima und bei der richtigsten Therapie

[1]) Es wäre nun gewagt, allein aus diesen drei verhältnismäßig kleinen Statistiken zwingende Schlüsse für den größeren Heilwert der Hochgebirgssonne zu ziehen. Es ist aber frappant, daß die Zahlen ziemlich parallel gehen mit unseren oben angegebenen Lichtmessungen; Hochgebirge: 0,8 % Mortalität, Mittelgebirge ca. 2 % und Tiefebene: 4 %.

schließlich doch an allgemeiner Phthise, Meningitis, Amyloiddegeneration oder sekundären Krankheiten zugrunde gehen.

Rollier war zu sanguinisch, als er in seinem ersten Enthusiasmus über die wunderbaren Erfolge der Heliotherapie den von Garrè als „ein stolzes Wort“ zitierten Satz aufstellte: „Die Heliotherapie, verbunden mit Höhenluftkur, heilt die äußere Tuberkulose in allen Formen, in allen Stadien, in jedem Alter, vorausgesetzt, daß sie genügend lange angewandt wird.“

Zu hoch gespannte Erwartungen, die man an eine Therapie stellt, können derselben durch die in einzelnen Fällen nicht ausbleibenden Mißerfolge nur schaden. Übrigens erleben wir selbst bei Krankheiten, wo wir, im Gegensatz zur Tuberkulose, über Spezifika verfügen, doch auch täglich Enttäuschungen. Nicht jede Malaria wird durch Chinin, nicht jeder akute Gelenkrheumatismus durch Salizyl, nicht jede Syphilis durch Quecksilber, Jod oder Salvarsan geheilt. Der menschliche Körper ist eben ein zu komplizierter Organismus und reagiert nicht immer gleich. Einzelne Mißerfolge sind das Schicksal aller, auch der bewährtesten Heilmethoden. Damit haben wir stets zu rechnen. Wir dürfen uns aber glücklich schätzen, im Licht, und hauptsächlich im Licht des Hochgebirges ein so herrliches Mittel im Kampfe gegen unsere größte Volksseuche gefunden zu haben.

Licht und Lichtbehandlung[1].

Von
Sanitätsrat Dr. **Fritz Schanz,** Augenarzt in Dresden.

(Mit 2 Abbildungen.)

Die Strahlen, die uns die Sonne zusendet, bewirken überall in der Materie, die von ihnen getroffen wird, Veränderungen, die sich an deren kleinsten Teilchen, den Molekülen, geltend machen. Wir fühlen, daß unter Einwirkung der Sonnenstrahlen sich die Stoffe erwärmen, und wir sehen, daß unter gleichen Umständen viele Stoffe auch chemische Veränderungen erleiden. Die Strahlen verschiedener Wellenlänge wirken eben verschieden auf die Materie. Für gewöhnlich sind wir gewohnt, die Lichtstrahlen je nach ihrer Lage im Spektrum in drei Gruppen einzuteilen: in die ultraroten, die sichtbaren und ultravioletten. Bei dieser Einteilung heben wir einen Teil der Strahlen nach ihrer physiologischen Wirkung heraus und bezeichnen die anderen Teile nach der Lage, die sie im Spektrum diesem gegenüber einnehmen. Nach ihrer Wirkung auf die Materie können wir nur zwei Arten von Strahlen unterscheiden, diejenigen, die thermisch, und diejenigen, die chemisch wirksam werden.

Durch zahlreiche Untersuchungen wissen wir, daß die langwelligeren Strahlen vor allem thermische, die kurzwelligeren vor allem chemische Wirkungen hervorrufen. Dies trifft aber nur im allgemeinen zu. Die Wirkung der verschiedenen Spektralteile auf verschiedene Stoffe ist sehr ungleich. Nur die Strahlen wirken auf einen Stoff, die von ihm absorbiert werden, und diese Absorption ist bei den verschiedenen Stoffen recht ungleich. Am besten können wir dies im Bereich der sichtbaren Strahlen feststellen, denn dort können wir die ungleiche Absorption mit bloßem Auge wahrnehmen. Alle Stoffe, die unserem Auge bunt erscheinen, absorbieren vom sichtbaren Teil des Spektrums die Strahlen, die zu ihrer Farbe komplementär sind. Wenn wir hier von der Farbe der Stoffe sprechen, so wählen wir für ihre Charakterisierung ein physiologisches Moment. Das ist nicht ganz korrekt. Wir müssen hier physikalisch verfahren. Unser Tageslicht enthält außer dem sichtbaren Wellenlängenbereich noch zwei ausgedehnte Gebiete, die sich nicht als Farbe dokumentieren. In diesen beiden Gebieten besteht ebenso wie im sichtbaren eine ungleichmäßige Absorption, die mit dem

---

[1]) Vortrag, gehalten in der Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Dresden, am 9. III. 1919.

chemischen Aufbau der Stoffe innig zusammenhängt. Die Schwingungen des Äthers werden in den Stoffen an deren Molekülen Widerstand finden. Je nach der Größe und dem Aufbau der Moleküle wird er verschieden sein. Während Strahlen gewisser Wellenlänge in den Zwischenräumen der Moleküle unverändert hindurchgelangen und deshalb wirkungslos bleiben, werden Strahlen anderer Wellenlänge auf die Moleküle aufstoßen und ihre Schwingungen erhöhen, sie werden Wärmewirkungen hervorrufen; andere vermögen die Lagerung der Moleküle zueinander zu stören, sie werden Isomerisation veranlassen, und vorwiegend kurzwellige Strahlen werden in die Moleküle selbst eindringen und deren Struktur verändern, es wird zur Bildung neuer chemischer Stoffe kommen. Wir können unterscheiden zwischen intra- und intermolekularen Wirkungen.

Daß die Lagerung der Moleküle und ihr Aufbau die Absorption der Strahlen beeinflußt, ergibt sich aus folgender Beobachtung: Läßt man Licht auf ein Medium fallen, in dem es augenfällige Wirkung erzeugt, so sind diese Wirkungen nicht mehr wahrzunehmen an dem Licht, das dieses Medium bereits passiert hat. Lassen wir Licht durch ein Medium gehen, in dem es Fluoreszenz erzeugt, und lassen es nochmals auf dasselbe Medium fallen, so vermag es keine Fluoreszenz mehr auszulösen. Wenn die Strahlen das zweite Mal auf diese Lösungen treffen, sind aus dem Strahlengemisch die Strahlen geschwunden, die in der ersten Lösung an den Molekülen Widerstand gefunden. Die Strahlen, die zum zweitenmal in dieselbe Lösung gelangen, finden zwischen denselben Molekülen unverändert ihren Weg und bleiben wirkungslos.

Die Wirkungen des Lichtes müssen sich an allen Stoffen finden, die die Materie zusammensetzen. An allem merken wir, wie sie sich unter Einwirkung des Lichtes erwärmen. Wir haben Stoffe, die im sichtbaren Spektralteil die Strahlen besonders gut durchlassen und dabei besonders lichtbeständig sind. Es sind dies die Gläser. Aber auch an diesen lassen sich mit der Zeit Veränderungen durch Licht feststellen. Man sieht dies vor allem an den Gläsern, die mit dem an ultravioletten Strahlen besonders reichen Quarzlicht (vor allem bei ihrem Gebrauch in der Lichttherapie) bestrahlt werden.

Je kurzwelliger die Strahlen, desto intensivere chemische Wirkungen sind von ihnen zu erwarten. Den verschiedenen Lichtarten kommen daher entsprechend ihres Gehaltes an kurzwelligen Strahlen ganz verschiedene Wirkungen zu.

In meiner Arbeit „Höhensonne“ (Strahlentherapie 8, S. 73) habe ich Spektren verschiedener Lichtquellen abgebildet. Das Spektrum des Sonnenlichtes ist kontinuierlich, es reicht bei uns bis etwa λ 300 $\mu\mu$. Das Spektrum des Quarzlichtes ist diskontinuierlich, es reicht viel weiter in das

Ultraviolett als das Sonnenlichtspektrum. Gegen λ 200 μμ enthält es noch Banden von sehr hoher Intensität. Das Spektrum der offenen Bogenlampe

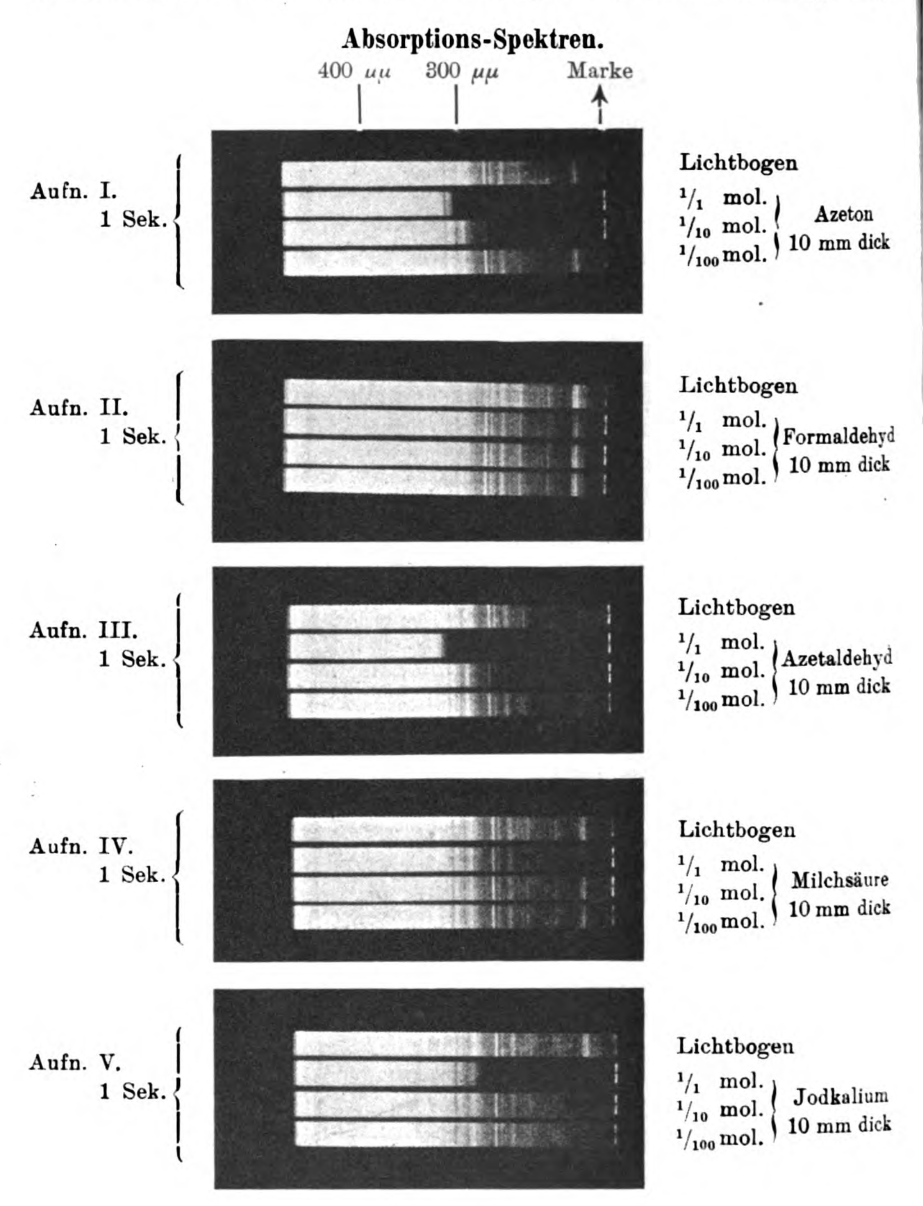


Abb. 1.

ist kontinuierlich und erreicht im äußeren Ultraviolett keine so hohe Intensität wie einige Banden im Quarzlicht. Durch diese Banden von hoher

Intensität im äußeren Ultraviolett wirkt das Quarzlicht besonders stark zerstörend auch auf Stoffe, die im Tageslicht beständig erscheinen. Wenn farblose Stoffe im Licht Veränderungen erleiden, so müssen diese auf Strahlen bezogen werden, die im Ultraviolett liegen.

Ich habe eine ganze Anzahl organischer Substanzen im Licht zerlegt, deren Lösungen wasserklar und farblos erschienen, und habe gleichzeitig ihr Absorptionsvermögen mittels eines Quarzspektographen geprüft. Von diesen Stoffen wurden diejenigen am intensivsten im Lichte gespalten, die am meisten Ultraviolett absorbieren. In meiner Arbeit: „Biochemische Wirkungen des Lichtes" (Pflügers Arch. 170) habe ich darüber berichtet.

Abb. 1 zeigt eine Anzahl Absorptionsspektren von solchen Stoffen, die für die Beurteilung lichtbiologischer Vorgänge wichtig erscheinen. Das oberste Spektrum jeder Aufnahme ist das der offenen Bogenlampe. Aufn. I zeigt, wie intensiv das Azeton Ultraviolett absorbiert. Aufn. II und III zeigen, wie wenig Formaldehyd und wie intensiv Azetaldehyd das Licht verschluckt. Dieser Unterschied ist vielleicht für die Klärung des Assimilationsprozesses von Wichtigkeit. Aufn. IV zeigt Spektren der Milchsäuren und Aufn. V solche der Jodkaliumlösung.

Azeton gilt bei Tageslicht als beständig. In unseren Laboratorien werden die ultravioletten Strahlen des Tageslichtes, die das Azeton absorbieren könnte, schon vorher wiederholt durch die Gläser verschluckt, die das Licht zu passieren hat, ehe es zu demselben gelangt. Ich habe Azeton im Sommer in Quarzröhrchen der Besonnung ausgesetzt und deutliche Zersetzung im Tageslicht beobachtet. Im Licht der Quarzlampe zerfällt das Azeton noch rascher als am Tageslicht, in Essigsäure und Methan. Wird die Belichtung fortgesetzt, so zerfällt die Essigsäure weiter in Methan und Kohlensäure. Das Endprodukt der Photolyse des Azetons ist Methan und Kohlensäure. Essigsäure wurde allein ebenso belichtet und gab dieselben Zerfallsprodukte. Milchsäure zerfiel in Äthylalkohol, Methan und Kohlensäure. Äthylalkohol lieferte Methan und Wasserstoff, durch ein Mißgeschick bei der Analyse blieb ein Rest unbestimmt. Auch Ameisensäure wurde durch Quarzlicht zerlegt, es gab Kohlensäure und Wasserstoff.

Diese Versuche zeigen, daß organische Stoffe, die im Tageslicht beständig erscheinen, sich im Quarzlicht bis auf ihre Elemente und Radikale spalten lassen.

Ich bin jetzt der Überzeugung, daß die Lichtstrahlen überall, wo sie auftreffen, thermische und chemische Veränderungen in der Materie erzeugen. Die chemischen Wirkungen sehen wir bei den kurzwelligen Strahlen. Wenn wir sie bei vielen Stoffen nur langsam oder überhaupt nicht auftreten sehen, so liegt dies daran, daß das Tageslicht bei uns nur Strahlen bis etwa λ 300 $\mu\mu$ enthält. Verwenden wir Licht, in dem kurzwelligere

Strahlen enthalten sind, so treten die Wirkungen rascher und intensiver in Erscheinung. Stoffe in der freien Natur erleiden durch andere Faktoren (Oxydation, Temperaturschwankungen usw.) Veränderungen, die die direkten chemischen Wirkungen des Lichtes uns nicht erkennen lassen.

Da das Licht ein Gemisch von Strahlen verschiedener Wellenlänge ist, das gleichzeitig thermische und chemische Veränderungen an der Materie erzeugt, so ist zu prüfen, welche Strahlen auf die Stoffe thermisch, welche chemisch einwirken. Es hängt sicher mit dem chemischen Aufbau der Stoffe zusammen, wie die Strahlen verschiedener Wellenlänge auf dieselben einwirken. Aus Laboratoriumsversuchen wissen wir, daß die Wärme die chemischen Prozesse beschleunigt. Auch in der Natur scheint es bei den Wirkungen des Strahlengemisches, welches das Tageslicht darstellt, nicht anders zu sein. Ich möchte hier nur einen Versuch mitteilen, den ich mit Eiweißlösungen angestellt habe. Ich habe Eiweißlösungen in Quarzröhrchen unter einer Quarzlampe in Blechgefäßen, die mit Wasser gefüllt waren, so aufgestellt, daß sie von der Lampe gleichmäßig belichtet wurden. In dem einen Gefäß wurde das Wasser kühl gehalten, die Temperatur schwankte zwischen 5 und 10°, in dem anderen wurde es auf 38—40° erhitzt. In dem warm gehaltenen Gefäß waren die Veränderungen wesentlich stärker als in dem kühl gehaltenen. Es wird der Versuch nicht wesentlich anders verlaufen, wenn die Erhitzung durch die Wärmestrahlen der Lichtquelle selbst erfolgt und wenn das Tageslicht statt des Quarzlichtes als Lichtquelle dient. Vor allem an der Vegetation scheint sich das Zusammentreffen der thermischen und chemischen Wirkungen des Tageslichtes in augenfälliger Weise zu zeigen, denn bei den biologischen Prozessen wirkt letzten Endes das Licht ebenso wie in der leblosen Natur. Es wirken nur die Strahlen, die in der lebenden Substanz absorbiert werden, und ihre Wirkungen sind thermische und chemische. Die thermischen Wirkungen scheinen vielfach die Voraussetzung für die chemischen Wirkungen zu sein und deren Ablauf wesentlich zu beeinflussen. Alle organischen Stoffe in der Natur werden meiner Ansicht nach durch die Lichtstrahlen, die sie absorbieren, verändert. Am wichtigsten sind die Veränderungen am Plasma der Zellen. Da dieses aus Eiweiß besteht, so können wir uns durch das Studium der Wirkung des Lichtes auf die Eiweißkörper am besten Klarheit verschaffen, wie das Licht auf die lebende Substanz einwirkt.

Meine Untersuchungen über die Wirkungen des ultravioletten Lichtes auf das Auge hatten mir gezeigt, daß die Augenlinse durch diese Strahlen im Laufe des Lebens Veränderungen erleidet, die darin bestehen, daß sich in derselben auf Kosten der leichtlöslichen Eiweiße schwerlösliche bilden. Es kommt im Laufe des Lebens zur Sklerose des Linsenkerns. Zwischen dem 40. und 50. Jahr macht sich dieser Prozeß am normalen Auge als

Störung bemerkbar. Es wird uns immer schwieriger, das Auge für die Nähe scharf einzustellen. Wir werden weitsichtig. Diese Weitsichtigkeit nimmt ständig zu, und bei vielen Menschen kommt es am Ende des Lebens zu Trübungen in der Linse, zum Altersstar. Diese Beobachtungen an der Augenlinse veranlaßten mich, die Wirkungen des Lichtes auf Eiweißlösungen überhaupt zu untersuchen. Ich habe deshalb die Wirkung des Lichtes auf Linsen-, Eier- und Serumeiweiß geprüft. In meiner Arbeit: „Lichtreaktion der Eiweißkörper" (Pflügers Arch. 164) findet sich darüber Genaueres. Bei allen drei Eiweißarten war es mir möglich, ganz gesetzmäßig Zustandsänderungen mittels Licht hervorzurufen. In bis zur Chlorfreiheit dialysierten Eiweißlösungen werden durch Licht die leichtlöslichen Eiweiße in schwerer lösliche übergeführt.

Welche Lichtstrahlen sind es, die an den Eiweißlösungen diese Veränderungen erzeugen? Die Beobachtungen an der Augenlinse hatten mir gezeigt, daß diese besonders stark das ultraviolette Licht absorbiert. Es

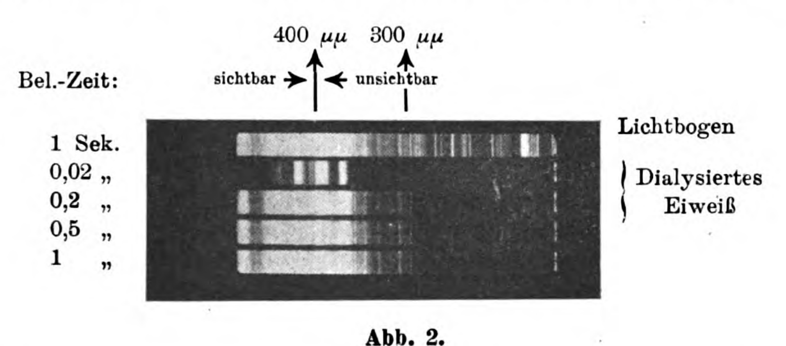


Abb. 2.

wurden deshalb auch die zu diesen Versuchen verwandten Eiweißlösungen in gleicher Weise geprüft. Abb. 2 zeigt das Lichtabsorptionsvermögen einer solchen Eiweißlösung. Das erste Spektrum ist das der offenen Bogenlampe, mit der die Aufnahme gemacht wurde. Bei den folgenden Spektren ist ein 1 cm dicker Quarztrog mit der zu untersuchenden Eiweißlösung in den Strahlengang eingeschaltet worden. Die Eiweißlösungen haben eine gelbliche Färbung, sie lassen dadurch schon erkennen, daß sie in Blau und Violett anfangen, das Licht stärker zu absorbieren. Im Ultraviolett wird die Absorption, wie diese Spektren zeigen, sehr intensiv und gegen λ 300 μμ absorbieren sie alles Licht, das auf sie fällt.

Weitere Versuche haben gezeigt, daß es zahlreiche Substanzen gibt, die die Lichtreaktion der Eiweißkörper nach Art der Katalisatoren in positivem und negativem Sinne zu beeinflussen vermögen[1]). Von den farblosen

[1]) Schanz, Biochemische Wirkungen des Lichtes, Pflügers Arch. 170.

Stoffen beeinflussen diejenigen, die erheblich Ultraviolett absorbieren, besonders stark die Lichtreaktion der Eiweißkörper.

Außer den farblosen Stoffen gibt es aber auch noch Farbstoffe, die Einfluß auf diesen Prozeß haben. Im photographischen Prozeß verwenden wir solche Farbstoffe, um die Platte empfindlich zu machen für Strahlen, die sonst nicht auf dieselbe einwirken. Man nennt solche Stoffe Sensibilisatoren. Wenn man Eiweiß mit diesen Stoffen in Berührung bringt, bilden sich Farbstoffeiweiße. Aus den histologischen Untersuchungen wissen wir, wie innige Beziehungen zwischen diesen Farbstoffen und den Eiweißkörpern bestehen. Diese Farbstoffeiweiße müssen mehr Licht absorbieren als die gewöhnlichen Eiweiße. Zu dem Licht, das sie sonst absorbieren, kommen noch die sichtbaren Strahlen, die zu ihrer Farbe komplementär sind.

In meiner Arbeit „Licht und Leben“ (Gräfes Arch. 96), habe ich gezeigt, wie die Pigmente im Integument der Tiere als Sensibilisatoren wirken. In den Arbeiten „Wirkungen des Lichtes auf die Pflanze“ (Biol. Ztbl. 38) und „Einfluß des Lichtes auf die Gestaltung der Vegetation“ (Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 1918) habe ich ebenfalls zu zeigen versucht, daß die kurzwelligen, vor allem die ultravioletten Strahlen auf das Plasma direkt einzuwirken vermögen, und daß die langwelligeren sichtbaren Strahlen vermittelst Sensibilisatoren wirksam werden. Das muß auch in der Lichttherapie sich geltend machen.

Wie haben wir uns die therapeutischen Wirkungen des Lichtes vorzustellen? Zuerst war es Finsen, der erkannte, daß den ultravioletten Strahlen besondere Heilwirkungen zukommen. Er hat den Lupus der Haut dadurch geheilt, daß er Licht, das besonders reich an ultravioletten Strahlen war, auf diese Krankheitsherde konzentrierte. Die Erfolge bei dieser Krankheit gaben Veranlassung, auch bei innerer Tuberkulose die Lichtbehandlung zu erproben. So war es vor allem Bernhard in St. Moritz, der zeigen konnte, daß Wunden aller Art unter der Einwirkung des Sonnenlichtes auffallend rasch heilen. Während Bernhard noch vorwiegend den Krankheitsherd und seine nächste Umgebung belichtete, konnte Rollier in Leysin zeigen, daß man auch bei Bestrahlungen des ganzen Körpers Einfluß auf Krankheitsprozesse erlangen kann, die der direkten Belichtung gar nicht zugängig sind. Die Ergebnisse dieser Behandlung sind vielfach nachgeprüft und bestätigt worden. Wir sind um ein neues Heilmittel reicher, wir kennen jetzt die Allgemeinbehandlung mit Licht. Mit Begeisterung wird sie geübt, und doch gilt es erst noch, die Grundlagen der Therapie genauer zu studieren. Welche Lichtstrahlen sind es, denen vor allem diese therapeutische Wirkung zukommt? Bernhard hat seine Erfolge in St. Moritz, Rollier in Leysin mit direkter Sonnenstrahlung erzielt. Es sind dies Orte in Höhenlagen von 12—1500 m. Der eigentümlichen Zusammensetzung des Lichtes

in dieser Höhe sind diese Erfolge zuzuschreiben. Wodurch unterscheidet sich das Licht der Sonne in dieser Höhe von dem in der Tiefebene?

In einem Artikel „Höhensonne“ (Strahlentherapie 8) habe ich zu zeigen versucht, aus welchen Verschiedenheiten in der Zusammensetzung des Lichtes die verschiedenen biologischen Wirkungen zu erklären sind. Für biologische Prozesse kommt vor allem der Gehalt des Sonnenlichtes an kurzwelligen Strahlen in Frage, und dieser hängt mit den Eigentümlichkeiten in der Verteilung des Lichtes in der Atmosphäre zusammen. Das Spektrum des Sonnenlichtes reicht günstigstenfalls bis λ 291 μμ. Bei Ballonhochfahrten bis 8000 m hat man diese Grenze des Sonnenlichtspektrums festgestellt, desgleichen in Potsdam. Wenn auch die Ausdehnung des Sonnenlichtspektrums in verschiedenen Höhen dieselbe ist, so ändert sich doch bei dem Durchgang durch die Atmosphäre sehr erheblich vor allem die Intensität im ultravioletten Spektralbereich. Das Licht wird, ganz abgesehen von den Beimengungen der Luft, durch diese selbst in zweierlei Richtung Veränderungen erleiden, und zwar durch diffuse Reflektion und Absorption. Die diffuse Reflektion besteht darin, daß die Lichtstrahlen auch bei reinster Luft an deren kleinsten Teilchen sich absplittern, vorausgesetzt, daß diese kleiner sind als deren Wellenlänge. Diese Absplitterung ist bedeutend stärker für die kurzwelligen Strahlen. Sie steigert sich umgekehrt proportional zur vierten Potenz der Wellenlänge. Setzt man die Diffusion des Lichtes von λ 800 μμ gleich 1, so wird das äußerste sichtbare Licht (λ 400 μμ) 16 mal mehr, das ultraviolette Licht von λ 320 μμ, das auch in der Tiefebene noch in erheblichen Mengen im Tageslicht enthalten ist, etwa 40 mal stärker abgesplittert. Je mehr das direkte Sonnenlicht die Atmosphäre durchdringt, desto mehr wird es vor allem an kurzwelligen Strahlen verlieren, und dieses Licht kommt dabei dem diffusen Himmelslicht zugute. Diese eigentümliche Verteilung des Lichtes ist die Ursache, daß die Schatten im Hochgebirge dunkler erscheinen als in der Tiefebene. Der Kontrast zwischen der direkten Sonnenstrahlung und dem Licht des blauen Himmels ist dort größer als hier. Auf der erhöhten Absplitterung des kurzwelligen Lichtes beruht die gelbe Farbe der Sonne und die blaue Farbe des Himmels.

Bei seinem Durchgang durch die Atmosphäre erleidet das Licht außer dieser Absplitterung an den kleinsten Teilen noch eine zweite Veränderung, die sich am ultravioletten Anteil des Spektrums auch um so mehr bemerkbar macht, je kurzwelliger die Strahlen; es ist dies die Absorption. Wenn es auch bei besonders darauf gerichteten Untersuchungen möglich war, in der Tiefebene noch Strahlen bis λ 291 μμ festzustellen, so ist das äußerste Ende des Spektrums doch von so geringer Intensität, daß es bei den gewöhnlichen Spektralaufnahmen nicht mehr zum Ausdruck gelangt. Die Tageslichtspektren erscheinen in der Tiefebene gegenüber den im Hoch-

gebirge aufgenommenen verkürzt. Im Hochgebirge haben die Strahlen am äußersten Ende des Ultraviolettes im Sommer eine hohe Intensität. Wenn wir im Sommer in das Hochgebirge kommen und uns in kurzer Zeit unter Einwirkung dieses Lichtes eine heftige Hautentzündung zuziehen, so müssen wir die Ursache suchen in der hohen Intensität der Strahlen am äußersten Ende des Ultraviolettes, der Strahlen gegen λ 300 μμ. Zu dieser Jahreszeit sind diese Strahlen auch in der Tiefebene schon von beachtlicher Intensität. Setzen wir um diese Zeit hier bei uns Körperstellen, die sonst nicht längerer Lichteinwirkung ausgesetzt werden, der direkten Sonnenstrahlung aus, so erzielen wir auch hier Hautentzündungen, die denen im Hochgebirge an Heftigkeit zwar nachstehen, aber bei besonders empfindlichen Personen ganz erheblich sein können. Im Winter, wenn die Sonne tiefer steht und das Licht eine dickere Luftschicht zu durchdringen hat, werden die ultravioletten Strahlen am äußersten Ende des Spektrums so geschwächt, daß sie auch in den Alpen nicht mehr imstande sind, die Erscheinungen des Gletscherbrandes zu erzeugen. In der Tiefebene lassen sich dann überhaupt keine Lichtreaktionen an der Haut mehr auslösen, und Veränderungen, die das Licht im Laufe des Sommers in der Haut erzeugt hat, bilden sich zürück.

In dem Gehalt des Tageslichtes an ultravioletten Strahlen gegen λ 300 μμ müssen wir die Erklärung für die Erfolge bei der Heliotherapie suchen.

Wenn wir ins Hochgebirge kommen, wächst nicht nur die Intensität des Ultraviolettes an, sondern es wächst die Gesamtstrahlung. Daß im wesentlichen nur die Zunahme des Ultraviolettes diese erhöhte Heilwirkung des Lichtes bedingt, ergibt sich aus folgender Überlegung: Wir können uns einem erhöhten Lichtgenuß aussetzen, wenn wir in subtropische und tropische Gegenden reisen. Wir haben früher Kranke, die jetzt im Hochgebirge Heilung finden, nach Italien, nach Ägypten gesandt und keine derartigen Erfolge erzielt. Unter der tropischen Sonne bräunt die Haut, schneller noch als im Hochgebirge. Von Bewohnern der Tropen wissen wir, daß dort Wunden außerordentlich gut heilen. Es mag dahingestellt bleiben, ob die Haut besser sich gegen Infektionen zu schützen vermag, oder ob unter der Tropensonne die Infektionsmöglichkeiten geringere sind? Die Heilungen, die wir erzielen, wenn wir die Kranken im Hochgebirge erhöhtem Lichtgenuß aussetzen, werden dort nicht erreicht, Erscheinungen des Gletscherbrandes, der Schneeblindheit sind dort mit dem erhöhten Lichtgenuß nicht verbunden. Es können daher in diesen Gegenden die Strahlen um λ 300 μμ nur geringe Intensität besitzen. Wir müssen annehmen, daß nach dem Äquator hin die Strahlen gegen λ 300 μμ, infolge der höheren Atmosphäre an Intensität verlieren.

Für die verschiedene Zusammensetzung des ultravioletten Anteils des

Tageslichtes bei uns und in den Tropen spricht auch folgende Beobachtung: Bei uns kommt es, auch ohne daß dabei eine besondere Sensibilisation durch Futtermittel wie der Buchweizen mitwirkt, bei den Tieren im Sommer auf der Weide zu Entzündungen von Hautstellen, die pigmentfrei sind. Vor allem Tiere, die lange im Stall gehalten wurden, bekommen unter Einwirkung des Sonnenlichtes Entzündungen an den weißen Abzeichen (Blässen). Solche Veränderungen sind in Analogie zu stellen mit der Dermatitis solaris beim Menschen. In den veterinärärztlichen Berichten aus den Kolonialkriegen ist es aufgefallen, daß bei den Tausenden von Pferden, die damals von Deutschland in tropische Gegenden gebracht wurden, an diesen keine derartigen Erscheinungen beobachtet worden sind. Es ist dies dieselbe Beobachtung, die wir am Menschen machen, dessen Haut zwar unter jenem Licht stark bräunt, ohne daß Entzündungen auftreten, die mit den Erscheinungen des Gletscherbrandes zu identifizieren wären.

Anders verhält es sich, wenn wir nach den Polen zu reisen. In den Polarländern hat man schwere Belästigungen durch den Gletscherbrand, durch die Schneeblindheit, ohne daß über eine auffallend starke Bräunung der Haut, so weit sie auch dort der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt werden muß, berichtet wird. Nach den Polen hin hat das Licht eine dicke Luftschicht zu durchdringen. Man sollte meinen, daß durch diese dem Licht gerade die kurzwelligsten Strahlen stark entzogen werden. Dort haben wir die Reflektion an Schnee und Eis, wir haben Tag und Nacht währende Bestrahlung. Diesen Faktoren wird schon Bedeutung zukommen. Aber auch das einfallende Licht muß besonders reich an Strahlen um λ 300 $\mu\mu$ sein, während die Strahlen, die die Bräunung der Haut veranlassen, nur in geringeren Mengen in diesem Licht enthalten sein können. Wie läßt sich das erklären?

Nun, ich versuche, selbst auf die Gefahr hin, mit einem Vertreter der Sonnenphysik in Kollision zu geraten, eine Erklärung. Die ultravioletten Strahlen am äußersten Ende des Spektrums sind in der Atmosphäre je nach der geographischen Breite verschieden verteilt, und zwar ist nach den Polen zu die Intensität am äußeren Ultraviolett größer als am Äquator. Da die Atmosphäre nicht homogen ist, da die Dichte der einzelnen Luftschichten von oben nach unten zunimmt, so findet eine Brechung der Lichtstrahlen statt, wenn dieselben in teilweise vertikaler Richtung die Atmosphäre zu durchsetzen haben. Solche Lichtstrahlen werden zum Lot gebrochen. Auf der Erscheinung der Strahlenbrechung beruht es vor allem, daß kein Himmelskörper an dem Platze erscheint, an welchem er wirklich steht. Wir sehen den oberen Sonnenrand, wenn die Sonne in Wirklichkeit unter dem Horizont steht. Diese Refraktion der Lichtstrahlen in der Atmosphäre ist verschieden je nach ihrer Wellenlänge, die blauen, violetten werden

stärker gebrochen als die roten. Wir sehen dies bei Sonnenauf- und Untergang. Ich habe oben schon ausgeführt, daß auf der Absplitterung des Lichtes an den kleinsten Teilchen die gelbe Farbe der Sonne beruht. In der Nähe des Horizontes wird die Farbe der Sonne rot. Die Lichtstrahlen haben dort dichtere Luftschichten und eine längere Wegstrecke in der Luft zu passieren. Die Absplitterung und die Absorption des kurzwelligen Lichtes nimmt daher, je näher die Sonne dem Horizont kommt, zu. Am Horizont aber wird auf die Färbung des Sonnenballes noch ein weiterer Faktor wirksam, nämlich die Refraktion. Die Lichtstrahlen werden je nach ihrer Wellenlänge in der Atmosphäre verschieden gebrochen. So kommt es, daß bei Sonnenaufgang von den Sonnenstrahlen zuerst die roten Strahlen zu uns gelangen, die blauen und violetten sind noch unter dem Horizont. Bei Sonnenuntergang haben diese kurzwelligen Strahlen schon eine so starke Brechung erfahren, daß sie hinter dem Horizont verschwunden sind, während die roten noch zu unserem Auge gelangen. Die ultravioletten erleiden dabei eine noch stärkere Brechung.

Wie verhält es sich nun, wenn die Sonne über dem Horizont steht? Die Brechung nimmt ab, je näher die Sonne dem Zenit kommt. Dort verschwindet sie. Steht die Sonne über dem Äquator, so werden die Strahlen die gegen die Pole zu gerichtet sind, auch beim Auftreffen auf die Atmosphäre und bei ihrem Durchgang durch die verschieden dichten Schichten derselben Brechung erleiden. Der kurzwelligere Anteil eines solchen Lichtstrahles wird stärker der Polargegend zu gebrochen als der langwelligere. Es wird dadurch zu einer Anreicherung des Tageslichtes in den Polargegenden mit besonders kurzwelligen Strahlen kommen, die sich um so mehr geltend macht, als nach dem Äquator hin die Atmosphäre höher und damit die Absorption am ultravioletten Ende des Spektrums stärker wird.

Ein Physiker wird vielleicht ohne weiteres erkennen, daß meine Erklärung eine irrtümliche ist. Ich versuche nicht, Probleme der Sonnenforschung zu lösen, sondern ich suche biologische Erscheinungen, die mit der Sonnenstrahlung zusammenhängen, zu erklären. Da eine solche Erklärung noch nicht versucht ist, so suche ich mir die Erscheinungen selbst zurechtzulegen. Das ist natürlich für den Biologen ein gewagter Schritt.

Wir hätten so in der Natur, und zwar nicht mit Hilfe von physikalischen Messungen, sondern aus biologischen Beobachtungen Lichtarten kennen gelernt, die verschieden auf den menschlichen Organismus einwirken. Wir müssen versuchen, ob wir uns daraus ein Urteil bilden können, welche Strahlen therapeutisch die wirksamsten sind. Den Strahlen gegen λ 300 $\mu\mu$, und zwar in Intensitäten, wie sie zur Winterzeit das Licht in den Alpen aufweist, kommen die günstigsten Heilwirkungen zu. Im Sommer sind diese Strahlen bei uns auch von einer Intensität, die ihre

Verwendung für die Therapie gestattet. Sie werden bei uns im Winter so schwach, daß sie keine augenfällige Wirkung mehr hervorrufen. Sie verschwinden nach den Tropen zu und erreichen im Sommer im Hochgebirge eine Intensität, die zu rasch entzündungserregend wirkt und sie daher für die Behandlung nur mit besonderer Vorsicht verwendbar macht. Nach den Polen zu erlangen sie in den Sommermonaten eine Intensität, durch die sie den Menschen stark belästigen.

Sind diese Strahlen auf unseren Körper auch besonders wirksam, so wäre es doch ein Irrtum, wenn wir bei ihnen allein die Heilwirkungen suchen wollten. Auf unseren Organismus wirkt das Licht aller Wellenlängen. Die Wärmestrahlen beschleunigen die chemischen Prozesse, die die kurzwelligen Strahlen auslösen. Die ultravioletten Strahlen werden von dem Plasma der lebenden Zellen direkt absorbiert und daher direkt wirksam, die sichtbaren werden wirksam durch Sensibilisatoren. Das Licht, das in die Haut eindringt, bewirkt eine Erweiterung des kutanen Blutgefäßbettes. Auf das Hämoglobin werden von den sichtbaren Strahlen diejenigen wirken, die zu seiner Farbe komplementär sind. In den epithelialen Zellen der Haut, vor allem in deren Basalschicht, findet sich dunkles Pigment, das sich bei längeren Belichtungen vermehrt. Dieses wirkt als Sensibilisator und verwandelt in erhöhtem Maße die strahlende in die lebende Energie.

Wollen wir künstliches Licht für die Lichtbehandlung verwenden, so müssen wir eine Lichtquelle wählen, die Licht aller Wellenlängen liefert, und Licht, das besonders reich ist an ultravioletten Strahlen, vor allem gegen λ 300 $\mu\mu$.

Als Ersatz für das Sonnenlicht im Hochgebirge hat man für die Lichttherapie mit großem Eifer die „künstliche Höhensonne" empfohlen. In meinem Artikel „Höhensonne" (Strahlentherapie 8) habe ich mich mit diesem Ersatzmittel schon etwas eingehender befaßt. Ich bin aber da auf Widerspruch gestoßen bei Geheimrat Hugo Bach in Bad Elter, von dem der Name „künstliche Höhensonne" stammt.

Wer die Zusammensetzung der verschiedenen Lichtarten kennt, weiß, daß kein Licht, das für die Beleuchtung gebraucht wird, mehr von dem Licht der Sonne abweicht, als das Licht der Quarzlampe. Während das Spektrum des Sonnenlichtes kontinuierlich ist, erreichen im Quarzlicht einzelne Lichtarten sehr hohe Intensität, während andere ganz fehlen. Das Spektrum des Tageslichtes reicht günstigstenfalls bis gegen λ 291 $\mu\mu$, während das Quarzlichtspektrum bis gegen λ 200 $\mu\mu$ reicht und gegen das Ende des Spektrums noch einzelne Linien von sehr hoher Intensität aufweist. Diesen Überschuß halte ich auch für einen Nachteil der Quarzlampe. Diese äußeren ultravioletten Strahlen erzeugen rasch Entzündungen in der Haut und verhindern dadurch, daß sich die Patienten längere Zeit

der Einwirkung dieses Lichtes aussetzen können. Bei der Lichtbehandlung sind lang andauernde Bestrahlungen erforderlich, und bei der Bestrahlung mit künstlichen Lichtquellen muß man durch Verlängerung der Expositionszeit das ersetzen können, was der Lichtquelle an Intensität fehlt. Bei den Belichtungen mit der Quarzlampe wird es nötig, wegen der drohenden Entzündungen die erforderliche Belichtungszeit abzukürzen. Wegen der ungleichen Lichtverteilung und wegen dieses Überschusses an reizend wirkenden Strahlen erscheint mir die Quarzlampe, wie ich dies in meinem Artikel „Höhensonne“ ausgeführt habe, ungeeignet für die Allgemeinbehandlung mit Licht.

Nicht nur von mir, sondern von verschiedenen Seiten, so aus dem Finsen-Institut in Kopenhagen, aus der Wiener Universitätsklinik für Hautkranke sind während des Krieges die offenen Bogenlampen für die Allgemeinbehandlung empfohlen worden. Es sind dies die Bogenlampen ohne Glashüllen, sie liefern ein gleichmäßigeres Spektrum und die Strahlen im äußeren Ultraviolett sind lange nicht von der Intensität wie bei der „Künstlichen Höhensonne“.

Es besteht für mich gar kein Zweifel, daß wir mit offenen Bogenlampen geeigneteres Licht für die Lichttherapie herstellen können als mit der „künstlichen Höhensonne“.

Aus der Zeit des Krieges stammt ein Versuch, die Bogenlampe für die Lichttherapie verwendbar zu machen. Sie ist jetzt als Aureollampe im Handel. Ich hatte Gelegenheit, eine solche Lampe, wohl noch aus der Zeit der Versuche, hier im Stadtkrankenhaus zu untersuchen. Diese Lampe hatte eine Glasglocke aus gewöhnlichem Glas. In der Beschreibung wird jetzt angegeben, daß die Glasglocke aus einem Glas hergestellt wird, das für ultraviolette Strahlen besonders durchlässig ist. Diese Eigenschaft hat in diesem Falle wenig Wert; denn die Innenfläche der Glasglocke ist, wenn die Lampe auch nur kurze Zeit brennt, mit Verbrennungsprodukten so beschlagen, daß diese schon einen großen Teil des ultravioletten Lichtes absorbieren, ehe es zum Glas gelangt. Bei der hochkerzigen Nitralampe, die auch für die Lichtbehandlung empfohlen wird, findet sich derselbe Nachteil. Nach kurzer Zeit beschlägt sich die Innenfläche der Glashülle mit Verbrennungsprodukten, die das ultraviolette Licht sehr intensiv absorbieren. Der Nachteil ist um so empfindlicher, als sich diese Niederschläge nicht beseitigen lassen. Bei den Bogenlampen läßt sich die Glashülle entfernen. Das offene Brennen hat nachteiligen Einfluß auf den Verbrauch der Kohle, auf die Lichtausbeute. Dieser Nachteil muß mit in Kauf genommen werden, er läßt sich durch Verwendung mehrerer solcher Lampen ersetzen. Ich habe bei meinen Bogenlampen, deren Regulation auf möglichst große Ausbeute an sichtbaren Strahlen eingestellt war,

die Regulation einseitig überlastet, so daß der Lichtbogen möglichst in die Länge gezogen wurde. Ein solcher Lichtbogen liefert nicht die größte Menge sichtbaren Lichtes, er brennt blau. Gerade an diesem blauen Licht liegt mir, denn es ist dies das Zeichen, daß auch die ultraviolette Strahlung damit vermehrt wird. In der Aureollampe, die ich seinerzeit zu untersuchen Gelegenheit hatte, wurde die gewöhnliche Homogenkohle gebrannt. Ich bin der Überzeugung, daß durch Effektkohlen der Ultraviolettgehalt noch mehr zu steigern ist. Sollten dadurch die äußeren ultravioletten Strahlen zu einer Intensität anwachsen, die zu einer Abkürzung der erstrebten Belichtungszeit zwingen, so läßt sich durch Zwischenschaltung von Gläsern in Entfernungen, wo dieselben durch Verbrennungsprodukte nicht mehr beschlagen werden, dieser Mangel des Lichtes beseitigen. Dadurch, daß man Lampen verwendet, bei denen die Kohlen in einem stumpfen Winkel zueinander angeordnet sind, kommt wahrscheinlich der Gehalt an ultravioletten Strahlen auch mehr zur Geltung. Ferner wird man dadurch, daß man die Lampe möglichst stark belastet, den Gehalt ihres Lichtes an Ultraviolett steigern könnnen.

Die Bogenlampe ist bei der Straßenbeleuchtung im Aussterben, vielleicht findet jetzt nach dem Kriege unsere Industrie Zeit, uns mittels dieser Lampen Licht zu schaffen, das allen Anforderungen entspricht, die wir an eine Lichtquelle für die künstliche Lichtbehandlung stellen müssen.

Aus dem Sanatorium für Lungenkranke in St. Blasien.

Über die Anwendung der Strahlentherapie bei der menschlichen Lungentuberkulose.

Von

Prof. Dr. **A. Bacmeister**, St. Blasien.

(Mit 4 Abbildungen im Text und 4 Tafeln.)

Vor kurzem erst hat Heusner[1]) in einer sehr bemerkenswerten Arbeit in dieser Zeitschrift das Thema Strahlentherapie und Lungentuberkulose behandelt. Er hat in ausführlicher Weise zusammengefaßt, was wir über die Wirkungsweise natürlicher und künstlicher Belichtung des Körpers durch Sonne und Quarzlicht wissen und die bisherigen Versuche und Erfolge ihrer Anwendung bei der Lungentuberkulose auf Grund eigener Erfahrungen und einer Umfrage bei den deutschen Lungenheilstätten dargestellt.

Im Laufe der letzten Jahre ist es zu einem gewissen Umschwung in der Therapie der Lungentuberkulose gekommen. Die physikalischen Heilmethoden sind mehr in den Vordergrund getreten, nachdem die streng durchgeführte Liegekur in den besten klimatischen und diätetischen Verhältnissen und die Tuberkulinkuren in all ihren Formen eine Zeitlang in der Behandlung der Lungentuberkulose allein vorherrschend waren. Die Einführung des künstlichen Pneumothorax, der Thorakoplastiken haben in geeigneten schwereren Fällen unsere Therapie in wichtiger Weise bereichert. Die natürliche und künstliche Bestrahlung haben seit den glänzenden Erfahrungen von Bernhard und Rollier im Hochgebirge immer mehr die Aufmerksamkeit der Phthisiotherapeuten auf sich gelenkt. Die Ausbildung und Fortschritte der Röntgentechnik haben auch diese Strahlenart der Bekämpfung der Tuberkulose nutzbar gemacht.

Die Ausnutzung der letztgenannten Heilfaktoren, der Strahlentherapie, ist lange Zeit nur bei der sogen. chirurgischen Tuberkulose erfolgt und auf die Gegend der ersten Erprobung, dem Hochgebirge beschränkt geblieben. Erst allmählich hat man erkannt, daß jedes sonnenreiche Klima, auch im Mittelgebirge, auch im Tiefland durchaus günstige Resultate zeitigen kann. Die Versuche waren sehr ermutigend. Wir selbst haben schon seit Jahren

[1]) Strahlentherapie 1918, VIII.

die Sonnen- und Lichtbehandlung bei der chirurgischen Tuberkulose durchgeführt, sehr viele Stellen haben in Deutschland, wie die Umfrage Heusners beweist, dieselben guten Resultate aufzuweisen und erst kürzlich hat Bier[1]) über die Sonnenbehandlung in der Volksheilstätte Hohenlychen in der märkischen Ebene berichtet, in der nach seiner Mitteilung mindestens dieselben Erfolge bei der chirurgischen Tuberkulose erzielt wurden, wie in dem Hochgebirge.

Diese glänzenden Erfolge der Bestrahlung legten natürlich den Gedanken nahe, diese Heilkraft auch für die wichtigste tuberkulöse Krankheit nutzbar zu machen, für die menschliche Lungentuberkulose. An dieses Problem ist man dann auch herangegangen und hat versucht, die verschiedenen Arten der strahlenden Energie für die Heilung der Phthise auszunutzen. Seit Jahren haben speziell wir uns mit dieser Frage theoretisch und praktisch beschäftigt, wir möchten heute unsere bisherigen Erfahrungen und Erfolge hier in großen Zügen zusammenfassen.

Grundlage für die Heilung der menschlichen Lungentuberkulose bleibt zweifellos die allgemeine klimatisch-diätetische Kur, die den tuberkulösen Lungenkranken in die besten klimatischen Verhältnisse bringt, welche eine strenge Tageseinteilung, eine individuelle Behandlung mit genauer Dosierung der erforderlichen Bewegung und Ruhe ermöglicht, welche durch eine angepaßte und gute Ernährung zur Stärkung der ganzen Konstitution und der Schutz- und Abwehrkräfte des Körpers führt. Ein wichtiges Glied dieser allgemeinen Kur ist die Durchführung der bekannten Liegekur, welche den Kranken an Licht und Luft im Freien bei jeder Witterung gewöhnt, alle schädigenden Reize von der Lunge fernhält, durch Herabsetzung der funktionellen Tätigkeit der Lunge durch ihre möglichste Ruhigstellung die Heilung befördert, die Atmung entlastet und die Verausgabung von Körperkräften herabsetzt. Diesen großen und durch keine andere Methode zu ersetzenden Vorteilen stehen gewisse Nachteile gegenüber. Der durch Stunden in Decken oder Liegesack eingepackte Körper erschlafft, der Säftestrom wird langsamer, die Muskulatur wird entspannt, mit der Zeit tritt eine gewisse muskuläre Inaktivitätsatrophie ein, und vor allem, es wird die Haut empfindlich und verliert ihre prompte Regulationsfähigkeit auf kalte oder warme Reize. Diesen Nachteilen kann man mit Erfolg, wie es in den Lungenheilstätten geschieht, entgegenarbeiten durch hydrotherapeutische Maßnahmen, durch Abreibungen, durch Duschen und Bäder. Die Bedeutung der Hautbehandlung ist in der letzten Zeit immer mehr erkannt worden und dazu haben in besonderer Weise die Erfolge der Licht- und Luftbe-

---

[1]) Verhandlungen des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose. Berlin 1918.

handlung beigetragen. Die Luft- und Lichtbehandlung ist, gerade um die oben geschilderten Nachteile der unentbehrlichen Liegekur auszugleichen, für uns von der größten Bedeutung geworden. Wir sind der Überzeugung, daß auch die Gewöhnung des nackten Körpers an die bewegte Luft in der Form von Luftbädern für die Behandlung der Tuberkulose von großer Wichtigkeit ist, wenn der progrediente Charakter der Krankheit durch das strenge Ruheprinzip gebrochen ist und die Vernarbung einsetzt.

Wir wissen aber auch durch die Erfahrungen bei der chirurgischen Tuberkulose, daß die direkte Sonnenbestrahlung einen spezifischen, therapeutischen Einfluß auf tuberkulöse Herde im Körper ausübt, daß Drüsen-, Knochen- und andere Tuberkulosen durch ihren Einfluß in langen Kuren völlig ausheilen können. Worin der günstige, auf die tuberkulösen Herde spezifisch wirkende Effekt liegt, wissen wir noch nicht. Ich möchte auf die verschiedenen Theorien hier nicht eingehen. In der oben erwähnten Heusnerschen Arbeit ist alles zusammengefaßt, was wir bisher darüber erfahren und erforschen konnten. Mechanische und chemisch-physikalische Momente wirken sicher zusammen. Die Beeinflussung der Haut, Nerven und vor allen Dingen des Blutes durch die Lichtenergie und dadurch bedingte Beeinflussung der immunisatorischen Schutzkräfte des Körpers summieren sich zur Wirkung auf die Krankheit. Je mehr rote Blutkörperchen im Hautkapillarnetz vom Licht getroffen werden, um so mehr Lichtenergie wird in die Tiefe des Körpers transportiert. Je größere Anteile der Körperoberfläche den Lichtstrahlen ausgesetzt werden, um so größer wird die Ausbeute an Heilkräften, die wir im einzelnen noch nicht übersehen können. Auch darin geben wir Heusner Recht, daß das sich in der Haut bildende Pigment nicht, wie Rollier annimmt, selbst der Antikörper oder Träger von Antikörpern ist. Die Pigmentierung bedeutet wohl nur eine große Reaktionsfähigkeit des Körpers auf Lichtreize, deshalb tritt der Heilerfolg bei Leichtpigmentierenden in der Regel leicht ein, während eine langsame oder nur geringfügige Pigmentierung eine herabgesetzte Empfänglichkeit für die strahlende Energie beweist und damit meist auch eine geringere Einwirkung auf die kranken Herde zur Folge hat.

Die guten Erfolge der Sonnenbäder bei allen Formen der sogen. chirurgischen Tuberkulose stehen jetzt völlig außer jeder Frage, vor allen Dingen bei der Drüsen- und Knochentuberkulose. Anders ist es aber bei der Lungentuberkulose. Die Erfahrungen bei der chirurgischen Tuberkulose lassen sich nicht ohne weiteres auf die Behandlung der menschlichen Lungentuberkulose übertragen. Es ist interessant, daß, so zahlreich die Mitteilungen aus dem Hochgebirge, das zweifellos über die längsten Perioden sonniger Tage verfügt, über die Sonnenbestrahlung der chirurgischen Tuberkulose sind, die Mitteilungen über eine systematische Sonnen-

behandlung der Lungentuberkulose sich zurückhaltend verhalten. Rollier bemerkt, daß die Erfolge auch bei der Lungentuberkulose gut seien, wenn der Kranke fieberfrei und nicht sehr abgemagert ist. Von den erfahrenen Lungenärzten des Hochgebirges wird bei aller Anerkennung und Würdigung der Besonnung für die Tuberkulose überhaupt, die direkte Sonnentherapie der Lungentuberkulose mit großer Zurückhaltung besprochen. Wir haben in letzter Zeit mehrfach vor falsch verstandenen Bestrebungen und Übertreibungen in der Sonnentherapie der Lungentuberkulose gewarnt. Es ist sicher falsch und gefährlich, in kritikloser Weise undosierte Sonnenbäder bei jeder Form der Lungentuberkulose anzuwenden. Über Erfahrungen im Hochgebirge verfüge ich in dieser Beziehung nicht, es wäre sehr wichtig, daß die Fachärzte dort zu dieser Frage sich äußerten. Für unsere klimatischen Verhältnisse ist besondere Vorsicht am Platze. Ich betone ausdrücklich, daß meine Ausführungen nur auf die Behandlung der Lungentuberkulose sich beziehen. Durchaus im Einverständnis mit Rolliers Erfahrungen im Hochgebirge bin ich zu der Überzeugung gekommen, daß alle fiebernden und zum Fieber neigenden, d. h. alle progredient und destruierend verlaufenden, sowie alle pneumonischen Formen der Lungentuberkulose sich nicht zur direkten Sonnentherapie eignen. Für diese Fälle ist die mildeste Form der Luft- und Lichtbehandlung, d. h. der möglichst ausgedehnte Aufenthalt im Freien und in guter Luft bei völliger Ruhe, die indirekte Sonnenbestrahlung bei Schutz von Kopf und Brust vor direkter Bestrahlung der geeignete Weg, um vorwärts zu kommen. Diese Kranken vertragen die Reaktion in ihren Lungenherden nicht, welche auf die direkten Sonnenbestrahlungen folgt, welche bei allen Formen der chirurgischen Tuberkulose erwünscht ist und erstrebt wird. Fieber, Blutungen und schnelleres Fortschreiten, resp. frische Aussaaten können die Folge zu starker Beeinflussung dieser Prozesse in den Lungen sein. Bei den Formen der stationären und zur Latenz neigenden Lungentuberkulose sind durch lange Zeit systematisch durchgeführte Sonnenbäder oft von zweifellosem Nutzen. Aber auch hier ist es von der größten Bedeutung, daß die Sonnenbäder in vernünftiger und ärztlich kontrollierter Weise angeordnet und durchgeführt werden. Am gefährlichsten ist das einfache Liegen in der Sonne. Nur eine ganz vorsichtige Gewöhnung mit kürzesten Zeiten beginnend (5 Minuten) und langsam steigend, kann einen günstigen Einfluß bringen. Die Durchführung solcher Kuren scheitert aber sehr oft an unseren klimatischen Verhältnissen, da uns lange Perioden sonniger Tage im allgemeinen nicht immer zur Verfügung stehen und die Unterbrechung durch einige trübe Tage in der Dosierung zurückbringen. Am besten bewährt sich die Sonnenbehandlung der Lungentuberkulose im gleichzeitigen Luftbad, wo der Kranke in freier Bewegung der bewegten Luft

und der Sonne mit nacktem Körper ausgesetzt ist. In dieser Form hat die **Sonnenbehandlung auch für die nicht fiebernde Lungentuberkulose** bei uns eine Zukunft und erfordert im Gegensatz zu dem einseitigen Ruheprinzip in der Phthisiotherapie unsere vermehrte Aufmerksamkeit. Dagegen ist bei den eigentlichen Liegekuren nach wie vor eine starke, stundenlange pralle Besonnung zu vermeiden und hierbei für genügenden Schutz von Kopf und Brust zu sorgen. Besonders gilt diese Forderung, wenn nach einer Periode von trüben Tagen oder in vielen Gegenden nach den sonnenlosen Übergangszeiten im Herbst und Frühjahr ein schöner warmer Sonnentag eintritt. Das Schlagwort von der heilenden Wirkung undosierter Sonnenbäder, das auch mißverständlich viel von Ärzten jetzt verbreitet wird, führt an solchen Tagen sehr leicht zu Übertreibungen, die gerade bei bestehender Lungentuberkulose zu schwerster Gefährdung führen können. Drei sehr charakteristische Fälle, die ich beobachten konnte, welche die Gefahr solcher undosierter Sonnenbestrahlungen zeigen, möchte ich hier mitteilen.

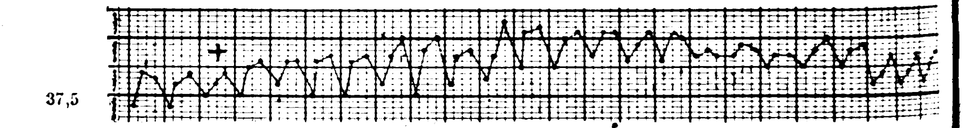


Abb. 1.

I. 34jähriger Mann. Leidet an stationärer indurierender, offener Tuberkulose im rechten Operlappen. Völlig fieberfrei. Ende März erster schöner, sonniger Frühlingstag. Der Patient legt sich mit seinem Liegestuhl in die volle Sonne, schläft nach dem Mittagessen ein, bleibt $1^1/_2$ Stunde in praller Sonne liegen. Wacht mit Unbehagen auf, am nächsten Tage Temperatursteigerung, dreiwöchentliches Fieber, siehe Kurve. Aktivierung der Tuberkulose im rechten Oberlappen, frische disseminierte Herde im rechten Unterlappen (Abb. 1).

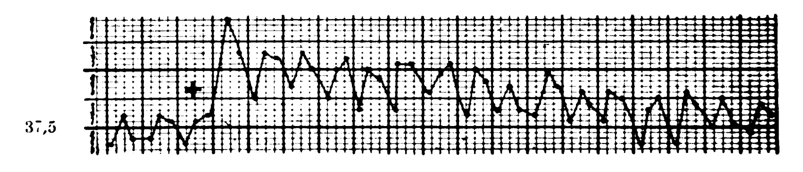


Abb. 2.

II. 26jährige junge Frau. Leidet an älterer zur Latenz neigenden geschlossenen disseminierten Tuberkulose in beiden Lungenspitzen und Lungenwurzelgegend. Rechts etwas mehr wie links. Völlig fieberfrei. Bestes Wohlbefinden. Patientin liegt Anfang August nach mehreren Regentagen nachmittags in praller Sonne ca. 2 Stunden auf ihrem Balkon in leichter Kleidung. Abends schlechtes Befinden, a

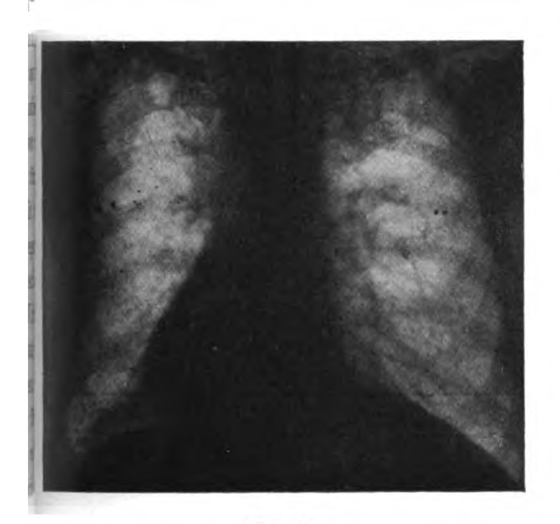


Abb. Ia.

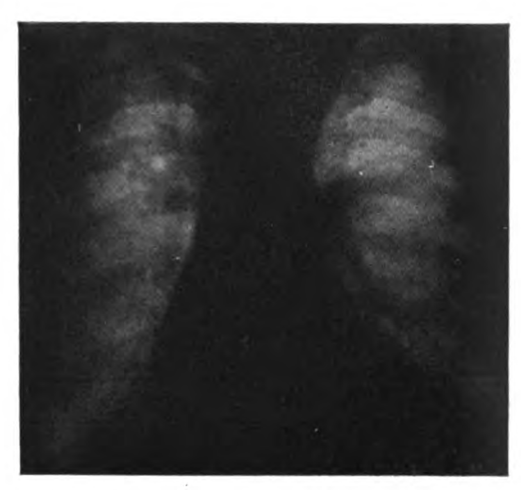


Abb. Ib.

I. Stationäre disseminierte offene Tuberkulose in beiden Oberlappen vor und nach der Bestrahlung.

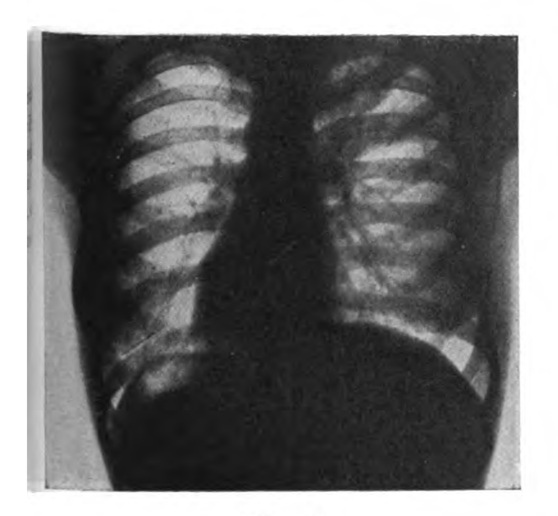


Abb. IIa.

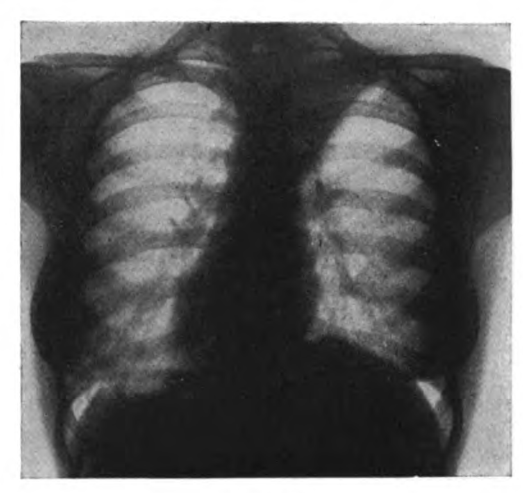


Abb. IIb.

II. Stationäre disseminierte offene Tuberkulose im rechten Oberlappen und Hilus vor und nach der Bestrahlung.

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien.

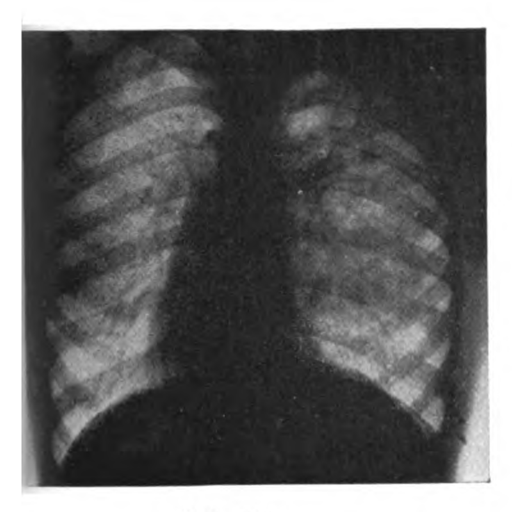


Abb. IIIa.

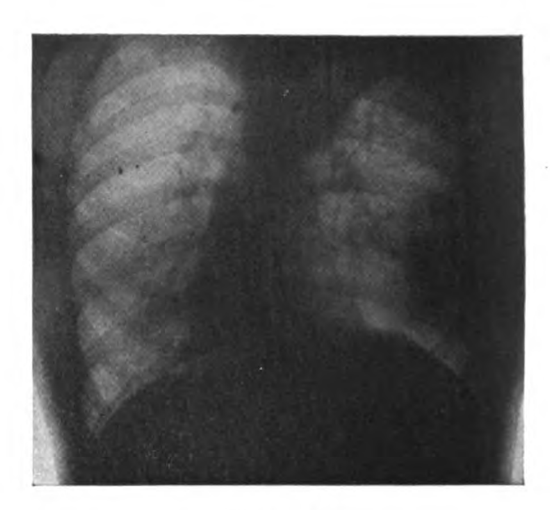


Abb. IIIb.

. Progrediente disseminierte offene Tuberkulose im rechten Oberlappen und Hilus vor und nach der Bestrahlung.

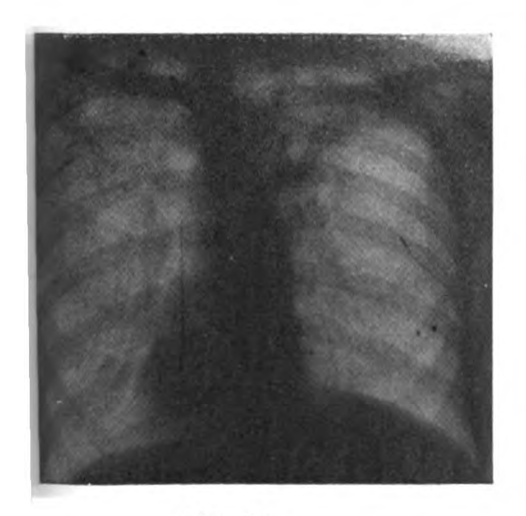


Abb. IVa.

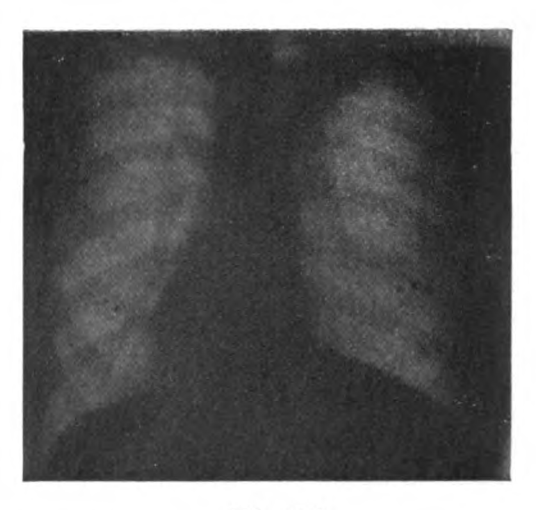


Abb. IVb.

Progrediente disseminierte offene Tuberkulose im rechten Oberlappen mit Kaverne vor und nach der Bestrahlung.

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien.





Abb. Va.

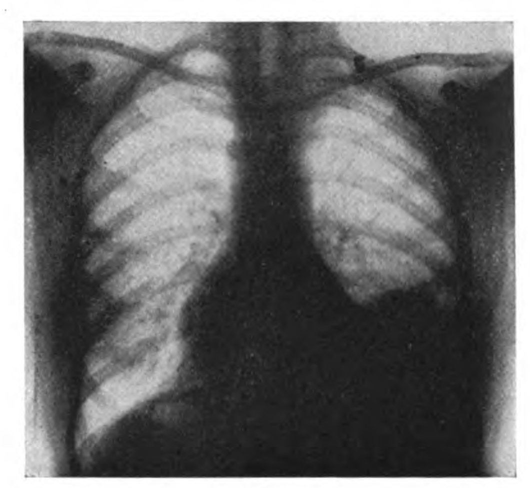


Abb. Vb.

Progrediente offene Aspirationstuberkulose im rechten Unterlappen mit Schwarte nach exsudativer Pleuritis vor und nach der Bestrahlung.



Abb. VIa.

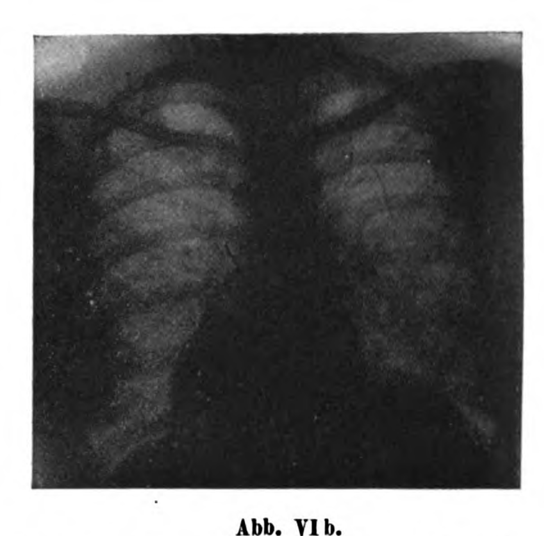


Abb. VIb.

Progrediente offene kavernöse Tuberkulose im rechten Unterlappen vor und nach der Bestrahlung.

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien.

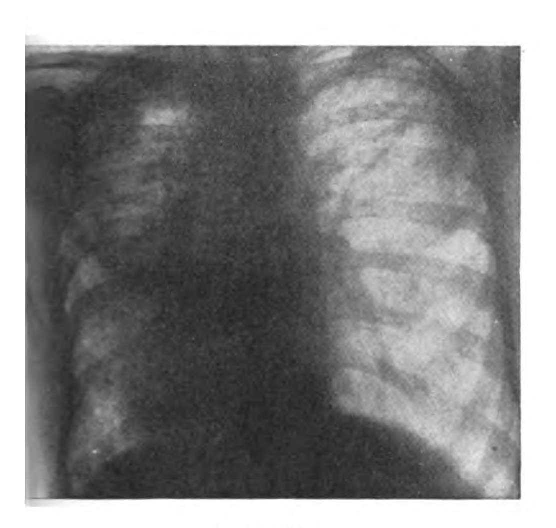


Abb. VIIa.

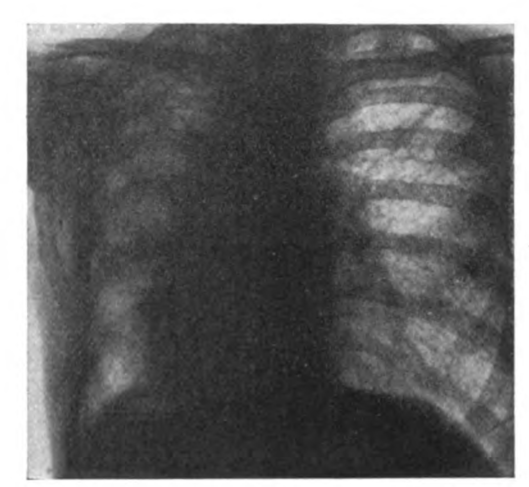


Abb. VIIb.

'II. Schwere progrediente indurierende offene Tuberkulose der linken Lunge, Kaverne im linken Oberlappen vor und nach der Bestrahlung.

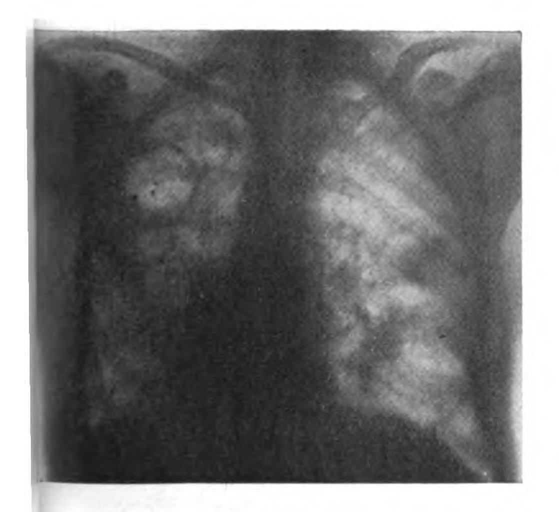


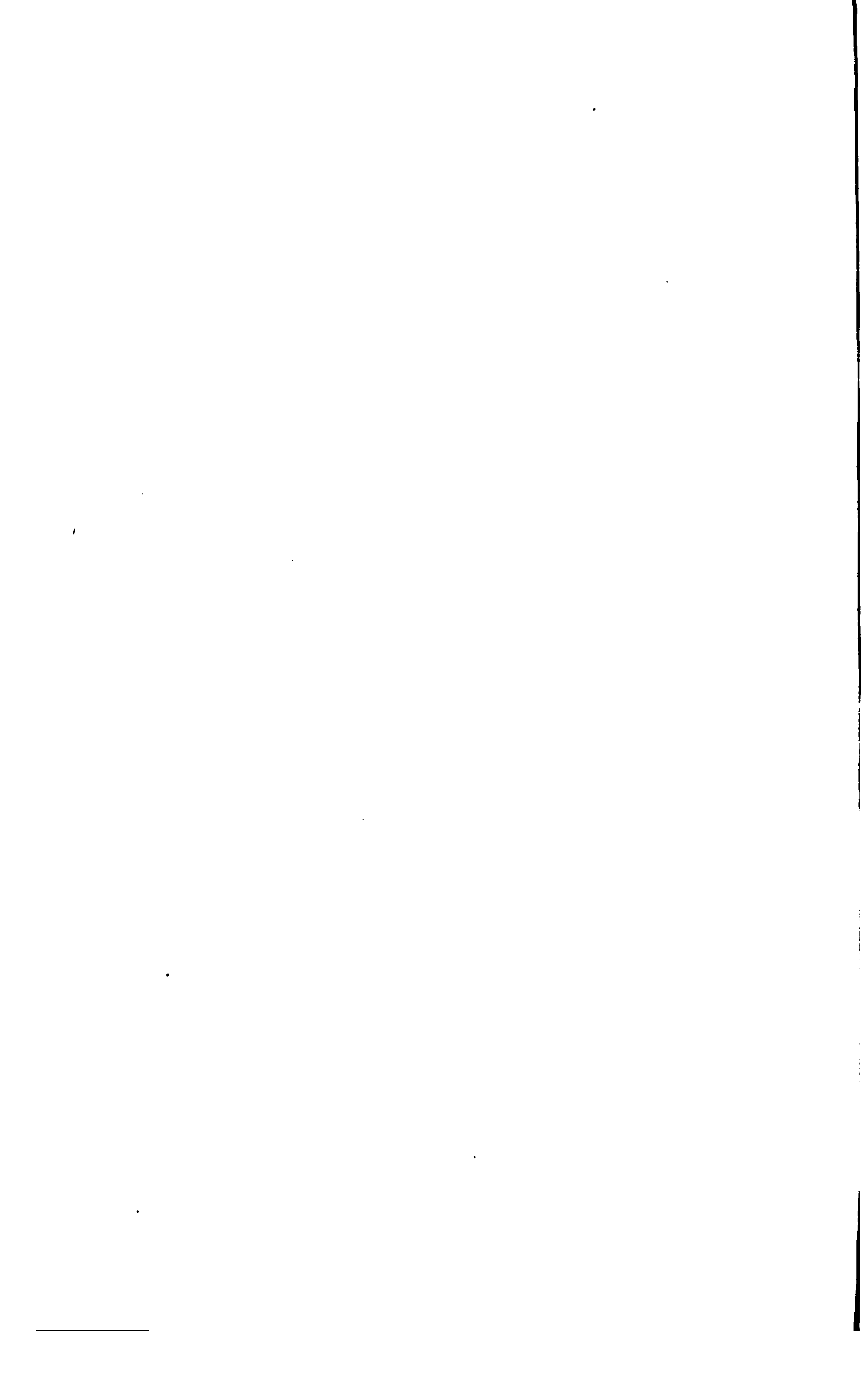
Abb. VIIIa.



Abb. VIIIb.

VIII. Progrediente indurierende offene Tuberkulose in der linken Lunge mit großer Kaverne im linken Oberlappen vor und nach der Bestrahlung.

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien.



anderen Morgen Fieber. Siehe Kurve. Ausbildung eines frischen pneumonisch-tuberkulösen Herdes im rechten Unterlappen. Die Patientin ist später ihrer Tuberkulose trotz langer Kur erlegen (Abb. 2).

III. 25jähriger junger Mann. Ursprünglich progrediente, indurierende Tuberkulose im linken Oberlappen. Anlegung eines künstlichen Pneumothorax links, der zwei Jahre unterhalten wird. Daraufhin Prozeß anscheinend völlig latent, keine Rasselgeräusche, kein Sputum, auch bei größeren Bewegungen völlig fieberfrei. Nimmt $^3/_4$ Jahr nach Aufgeben des Pneumothorax im Juli an einem heißen Tage ungewohnt ein zweistündiges Sonnenbad mit nacktem Körper. Sofort anschließend Fieber. Siehe Kurve. Frische trockene Pleuritis links, Reaktivierung der Tuberkulose im linken Oberlappen, anschließend frische Aussaat im linken Unterlappen. Siehe Kurve (Abb. 3).

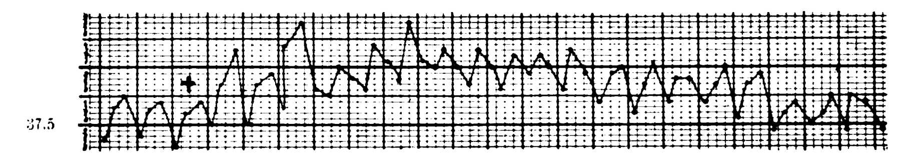


Abb. 3.

Diese Fälle sind außerordentlich lehrreich, weil sie den gefährlichen Einfluß undosierter und ungewohnter Sonnenbäder auch bei gutartigen Prozessen, ja fast latenten Formen der Lungentuberkulose auf das deutlichste zeigen. Wir raten daher nach unseren Erfahrungen in unserem deutschen Klima, auch in der deutschen Höhenlage, die besonders günstige Besonnungsverhältnisse hat, zu der größten Vorsicht bei der direkten Sonnenbehandlung der Lungentuberkulose, die nur mit ärztlicher Erlaubnis angewendet werden soll, die nur bestimmte Formen der Lungentuberkulose günstig beeinflußt, die bei günstigen klimatischen Verhältnissen nur richtig dosiert und gut überwacht zu einer erfolgreichen Kur beitragen kann, die aber, kritiklos angewandt, schwere Gefahren in sich birgt. Von großer Wichtigkeit ist zweifellos ferner die Licht- und Luftbehandlung bei der Nachbehandlung latent gewordener Fälle, bei denen eine möglichst gute Kräftigung des Organismus auch weiterhin erstrebt wird und der Dauererfolg gesichert werden soll. Diese Erkenntnis öffnet den Fürsorgestellen und den Organisationen für ambulante Behandlung Tuberkulöser oder Tuberkulosegefährdeter ein hoffnungsvolles und wichtiges Gebiet. Aber auch hier ist, wie der oben mitgeteilte dritte Fall lehrt, Vorsicht am Platze und nur eine systematisch ansteigende Gewöhnung zu empfehlen.

Die angeführten klimatischen Schwierigkeiten, welche einer systematischen Sonnenkur bei der Lungentuberkulose entgegenstehen, haben dazu geführt, im künstlichen Licht einen immer zur Verfügung stehenden und dosierbaren Ersatz zu suchen. Aus diesen Bestrebungen heraus sind

verschiedene Lichtquellen konstruiert worden, von denen das Quarzlicht, die sogen. künstliche Höhensonne am verbreitetsten geworden ist. Als Aushilfsmittel bei fehlender Sonne hat das künstliche Licht sich durchaus mit Recht eine Stellung erworben. Die bequeme Anwendbarkeit in jedem Raum, die völlige Unabhängigkeit von jeder Witterung sind für die Durchführung von Bestrahlungskuren sehr zweckmäßig. Die Erfolge der direkten Sonnentherapie bei den Formen der chirurgischen Tuberkulose werden durch alle künstlichen Lichtquellen nicht erreicht. Auch die künstliche Höhensonne ist in ihrer Strahlenqualität ganz anders zusammengesetzt wie das Sonnenlicht, mit Vermehrung der violetten und Reduzierung der roten Strahlen. Wir sehen in den Bestrahlungen mit der künstlichen Höhensonne mit ihrem starken Reizeffekt auf die Haut ein besonders günstiges Mittel, um den oben geschilderten Nachteilen, welche die für die Heilung der aktiven Phthise unentbehrliche Liegekur mit sich bringen kann, auszugleichen. Die Regulationsfähigkeit der Haut auf Wärme- und Kältereize wird geübt und gesteigert, die Durchblutung angeregt, dadurch der Säftestrom im ganzen Körper befördert und die Innervation der Hautgefäße und der Hautdrüsen günstig beeinflußt. Aber auch den Quarzbestrahlungen müssen wir nach unseren Erfahrungen einen spezifischen Einfluß auf die tuberkulösen Herde im Körper zuschreiben, der ebenso wie das Sonnenlicht nicht die tuberkulösen Herde direkt trifft, sondern in einer Anregung der Schutzstoffe in irgendeiner Weise bestehen muß. Außer diesen allgemeinen immunisatorischen Eigenschaften der Quarzbestrahlungen, deren eigentliches Wesen uns noch unbekannt ist, spielen gerade auch für die günstige Wirkung auf die Lungentuberkulose mechanische Gründe mit. Sicher ist, daß die infolge der Quarzbestrahlungen stundenlang anhaltende Hyperämie der Haut die Lunge entlastet. Deshalb wirken die Höhensonnenbestrahlungen so gut bei allen Formen des trockenen Katarrhes, ferner bei der chronischen Bronchitis, bei dem Emphysem, nach dem Asthmaanfalle usw., bei allen Zuständen, bei denen es auf eine Entlastung und Abschwellung der Bronchialschleimhaut ankommt. Unterstützen kann man diese mechanische Wirkung noch durch Diathermie. Die bei der Lungentuberkulose so oft zu beobachtende subjektive Besserung, das Zurückgehen der toxischen Erscheinungen, der Nachtschweiße, Appetitlosigkeit, Kopfschmerzen, Unruhe und Müdigkeit, die oft erst mit der Belichtung einsetzende Gewichtszunahme, die Besserung des Lungenbefundes sind aber jedenfalls auf eine spezifische Einwirkung zurückzuführen. Es läßt sich von der künstlichen Bestrahlung zusammenfassend sagen, daß sie keinesfalls in ihrem Einfluß die Wirkung der Sonnenstrahlen erreicht, daß sie aber auch nicht in dem Grade jene für die Lungentuberkulose aktivierende Eigenschaft besitzt, daß sie dadurch aber gerade für die Behandlung der

Lungentuberkulose besonders geeignet ist. Jedoch auch diese Bestrahlungen sind nicht kritiklos anzuwenden. Fiebernde und akut destruierend verlaufende sowie pneumonische Formen vertragen auch diese relativ milden Bestrahlungen im allgemeinen nicht. Aber es gibt auch stationäre und zur Latenz neigende Formen der Tuberkulose, die trotz vorsichtiger Gewöhnung ungünstig reagieren. Unruhe, Kopfschmerzen, Schlaflosigkeit und besonders auch Magenkrämpfe, Beschwerden im Leib, können bei empfindlichen Personen erst die Folge der Quarzbestrahlungen sein, Symptome, die sofort mit Aussetzen der Bestrahlungen wieder verschwinden. Auch hier muß also wieder individualisiert werden und die Kur unter genauer ärztlicher Kontrolle bleiben. Uns haben sich die Bestrahlungen mit der künstlichen Höhensonne (mehr Reizwirkung) und der Solluxlampe (mehr Wärmewirkung) und ihre Vereinigung sehr gut bei den Formen der stationären und zur Latenz neigenden Lungentuberkulose, denen ein indurierender oder disseminierter pathologischer Charakter zugrunde lag, im allgemeinen sehr bewährt. Wir wenden sie in ausgedehntem Maße, besonders in Verbindung mit den unten zu besprechenden Röntgenbestrahlungen an. Wir benutzen dabei regelmäßig zwei Quarzlampen, mit denen wir den entblößten Oberkörper von vorn und hinten gleichzeitig bestrahlen, mit 5 Minuten und je 110 cm Entfernung beginnend, bei jeder Sitzung um 2 Minuten steigend und die Entfernung um je 5 cm bis auf 80 cm verringernd. Bei Exsudaten, Schwartenbeschwerden, Fisteln usw. wird außerdem die Solluxlampe auf die Stelle der gewünschten Wirkung eingestellt.

Eine außerordentlich wirksame Form der Strahlenenergie bei der Behandlung der Lungentuberkulose haben wir zuletzt in langjährigen Erfahrungen in den Röntgenstrahlen gefunden. Der günstige Einfluß der Röntgenstrahlen auf das tuberkulöse Gewebe im allgemeinen wird jetzt wohl allgemein anerkannt. Wir wissen, daß die harten Röntgenstrahlen im menschlichen Körper das schnell wachsende und sich schnell regenerierende Gewebe bei entsprechender und angepaßter Dosierung elektiv treffen können. Darauf beruht ihre therapeutische Anwendung bei den Geschwülsten und der Sterilisierung der Geschlechtsorgane. Wir wissen, daß in gleicher Weise auch das tuberkulöse Granulationsgewebe beeinflußt werden kann. Wir wissen, daß nicht der Tuberkelbazillus selbst durch die Röntgeneinwirkung geschädigt und abgetötet wird, sondern daß das proliferierende Gewebe im Sinne der Naturheilung in Narben übergeführt wird[1]). Es liegen jetzt zahlreiche Beobachtungen vor, welche den günstigen Einfluß

[1]) Küpferle und Bacmeister, Die Beeinflussung experimenteller Lungentuberkulose durch Röntgenstrahlen. Dt. med. Woch. 1913, 35.

Dieselben, Experimentelle Grundlagen für die Behandlung der Lungentuberkulose mit Röntgenstrahlen. Dt. med. Woch. 1916, ..

der Röntgenbestrahlungen bei sehr vielen Formen der chirurgischen Tuberkulose beweisen. Überall wo tuberkulöses Granulationsgewebe vorhanden ist, kann man dasselbe durch Röntgenstrahlen in Narbengewebe überführen. So sind die guten Erfolge bei infiltrierenden und indurierenden Drüsen-, Knochen-, Gelenk- und Weichteiltuberkulosen bekannt. Verkäsungen, Sequester und Abszesse können natürlich nicht beeinflußt werden. Die Indikation für die Röntgenbehandlung der chirurgischen Tuberkulose ist damit gegeben. Verkäste Drüsen, Sequester und Abscedierungen sind chirurgisch zu behandeln, proliferierendes Gewebe wird bestrahlt. Als Dosen kommen bei diesen Prozessen, wo eine Einschmelzung des tuberkulösen Gewebes nicht zu fürchten, sondern zu erstreben ist und ihre Umwandlung in Narben erreicht werden soll, möglichst große in Betracht. Tiefer gelegene Herde sind schwerer zu erreichen wie die oberflächlichen. Für multiple und tiefer gelegene Herde, z. B. Knochentuberkulose, ist die Kombination der Heliotherapie mit dem Röntgenverfahren das zweckmäßigste. Wir haben durch Röntgenbestrahlungen Knochen- und Weichteiltuberkulosen, die durch 12 Jahre hindurch immer wieder mit Auskratzungen und Exzisionen behandelt waren, in mehreren Monaten völlig zur Heilung gebracht. Auch hier wieder sind die Unabhängigkeit von der Witterung, die Möglichkeit, solche Prozesse an Ort und Stelle ambulant zu behandeln, die wesentlich kürzere Behandlungszeit als bei der Heliotherapie, die wesentlich geringeren Kosten, das Ausbleiben von Verstümmelungen, entstellende Narben, die Ausschaltung der Gefahr der tuberkulösen Metastasierung durch blutige Operationen ein ganz gewaltiger Fortschritt.

Da wir also im Prinzip die heilende Wirkung der Röntgenstrahlen auf das tuberkulöse Granulationsgewebe im menschlichen Körper kennen, war die Übertragung auf die Lungentuberkulose sehr naheliegend. Dieselbe ist denn auch von uns unternommen worden. Die Vervollkommnung der Technik, die Möglichkeit, filtrierte harte Strahlen auch in das Innere des Körpers zu senden, war Vorbedingung für den Versuch, auf die Lungentuberkulose einzuwirken. Küpferle und ich haben in ausgedehnten Tierexperimenten[1]) den Beweis gebracht, daß auch im Tierexperiment eine künstlich gesetzte Lungentuberkulose günstig beeinflußt und geheilt werden kann. Nun ist die Übertragung von Erfahrungen vom Tier gerade auf die menschliche Tuberkulose ein mißliches Ding. Die menschliche Lungentuberkulose ist eine chronische, sich meist über Jahre erstreckende Erkrankung von ganz anderer pathologischer Eigenart wie die künstliche Lungentuberkulose beim Tier, die, wenn nicht sehr komplizierte Vorbehandlungen gemacht werden, bei denen dann aber die Kontrollen nicht

[1]) Dt. med. Woch. 1913, 33; 1916, 4.

beweisend sind, einen akut fortschreitenden und schnell verkäsenden Verlauf nimmt. Wir haben aus diesem Grunde bewußt als Versuchstiere Kaninchen gewählt, bei denen bekanntlich die Infektion mit dem Typus humanus langsamer und milder verläuft. Um aber auch hier zu eindeutigen Resultaten zu kommen, mußten erhebliche Infektionen gesetzt werden. Es gelang uns, bei diesen Tieren die künstliche Lungentuberkulose, wenn ein nicht zu virulenter Stamm von Bazillen ausgeprobt war, in vorgeschrittenen Fällen den Kontrolltieren gegenüber sehr günstig zu beeinflussen, in beginnenden Fällen zu heilen, während die Kontrolltiere allmählich der fortschreitenden Tuberkulose erlagen. Zu diesem Erfolge waren sehr große Dosen nötig, die in relativ kurzen Zeiträumen mit kleinen Reaktionspausen verabreicht wurden. Kleinere Dosen hatten keinen großen Erfolg, zu große führten zu Schädigungen der Lunge mit folgenden infektiösen Bronchitiden und Bronchopneumonien.

Auf diesen Erfahrungen wurde dann die Behandlung der menschlichen Lungentuberkulose mit Röntgenstrahlen aufgebaut, die uns jetzt eine sehr wirksame Behandlungsmethode geworden ist. Über die Entwicklung dieser unserer Therapie habe ich schon mehrfach berichtet[1]). Wir haben im Laufe der Zeit unsere Anschauungen, die wir aus dem Tierexperiment gewonnen haben, auf Grund unserer praktischen Erfahrungen in mancher Beziehung erweitert und unsere Technik den menschlichen Verhältnissen anpassen müssen. Das Gesetz, daß das tuberkulöse Granulationsgewebe durch harte Röntgenstrahlen elektiv getroffen und geschädigt wird, gilt wie bei jedem tuberkulösen Gewebe im Körper auch für die menschliche Lungentuberkulose. Nur ist die Anwendung eine viel schwierigere und kompliziertere wie bei allen anderen Lokalisationen der Tuberkulose im Körper. Überall sonst erreichen wir unseren Zweck, wenn das tuberkulöse Gewebe möglichst zerstört und dann durch Narbengewebe ersetzt wird. Ganz anders ist es in der Lunge. Während sonst der Zerfall eines tuberkulösen Herdes erwünscht ist, bringt er in der Lunge Gefahren mit sich. Es kann durch die Zerstörung eines eine Nekrose umschließenden Herdes zur Ausstoßung des Sequesters kommen, zu unerwünschten Zerfallserscheinungen, zu Blutungen, zu Kavernenbildungen, zu Erweichungserscheinungen infiltrierter Stellen, kurz zu allen den Symptomen, die sonst bei der fortschreitenden Tuberkulose auftreten und die wir gerade durch unsere Therapie verhindern wollen. So ist es durchaus begreiflich, daß ein wahlloses und zu intensives Röntgenbestrahlen der tuberkulösen Lunge zu schweren Schädigungen führen kann, daß man bei

---

[1]) Dt. med. Woch. 1916, 4. — Ztschr. f. Tub. Bd. 27, 1.—4. Beitr. z. Kl. d. Tub. 8. Supl.-Bd.

Verkennung des anatomischen Charakters der Tuberkulose, bei falscher Dosierung zu sehr unerwünschten Resultaten kommt und, wie auch bereits mehrfach berichtet, recht böse Erfahrungen macht. Es ist genau dasselbe, wie man es im Anfang der Bestrahlungsära z. B. bei Lungensarkomen sah, die man mit großen Dosen bestrahlte, sie auch glücklich zum Zerfall brachte, wobei der Patient an einer Pneumonie zugrunde gehen konnte.

Sehr erschwerend für die Verständigung über die richtige Anwendung der Röntgentherapie bei der menschlichen Lungentuberkulose war bisher das Fehlen einer charakterisierenden Nomenklatur und Einteilung der Phthise. Das Turban-Gerhardtsche Quantitätsprinzip mit der bekannten Drei Stadien-Einteilung hat auch hier völlig versagt. Durch unsere neue Einteilung[1]), die den klinischen Verlauf bezeichnet, die den anatomischen Grundcharakter der jeweils vorliegenden Erkrankung, wie sie der praktische Arzt mit seinen Hilfsmitteln feststellen kann, angibt, wird diesem Übelstand abgeholfen. Wir teilen die Lungentuberkulose ein in klinisch zur Latenz neigende, in stationäre und progrediente Formen, während mit den Ausdrücken indurierend, disseminiert und pneumonisch der vorherrschende pathologisch-anatomische Charakter der Erkrankung charakterisiert werden soll. Unser „disseminiert" deckt sich mit dem von Aschoff und seiner Schule als „acinös-nodös" anatomisch festgelegten Begriff, der den rein anatomischen Charakter sicher noch besser trifft, den anzunehmen uns bisher nur die Tatsache hindert, daß es ein anatomisch-pathologischer Begriff ist, den wohl der Anatom bei der Sektion, nicht aber jeder Arzt in der Praxis feststellen kann. Die Vereinigung der in Frage kommenden klinischen und anatomischen Bezeichnung ergibt eine Einteilung, die über den Krankheitszustand kurz und klar orientiert.

Das Problem der Röntgenbehandlung der menschlichen Lungentuberkulose beruht auf der richtigen Erkenntnis des klinischen und anatomisch-pathologischen Grundcharakters der Krankheit und der richtigen, diesem Charakter angepaßten Technik. Die Röntgenbehandlung soll auch in der Lunge das tuberkulöse Granulationsgewebe allmählich in Narben überführen, sie kann daher nur eine Unterstützung der Naturheilung sein, nur wo wirkliches Granulationsgewebe vorhanden ist, kann ein Erfolg erwartet werden; die Röntgenbehandlung ist absolut machtlos gegen sehr virulente Bazillen, die jedes Heilungsbestreben des Körpers überwinden — die Bazillen werden durch die Röntgenstrahlen nicht geschädigt —, sie ist machtlos gegen alle käsigen und exsudativen Prozesse, ebenso wie auch große verkäste Drüsen refraktär

[1]) Dt. med. Woch. 1918, 13.

bleiben, sie kann unmöglich Kavernen beseitigen. Einzig und allein kann die Röntgenbestrahlung durch Schädigung des tuberkulösen Granulationsgewebes die Heilung der Lungentuberkulose beschleunigen, eine unvollkommene Heilung befördern und die Narbenbildung vervollständigen. So kann und wird die Röntgenbehandlung der menschlichen Lungentuberkulose niemals ein Allheilmittel der Krankheit selbst werden; sie kann aber in geeigneten Fällen die Heilung einleiten und beschleunigen, sie kann auch ein langsam sich entwickelndes, also fortschreitendes tuberkulöses Granulationsgewebe in Narben umwandeln.

Aufgabe des Arztes ist es, die *richtige Indikation* für die Röntgenbehandlung zu stellen. Alle pneumonischen und exsudativen Prozesse scheiden von vornherein aus. Nur die indurierenden und disseminierten (acinös-nodösen) Formen der Lungentuberkulose eignen sich dafür. Wir versuchen daher stets durch die Allgemeinkur zunächst möglichst eine völlige Entfieberung zu erreichen, die Progredienz des Leidens zum Stillstand zu bringen und die Heilung bereits einzuleiten und erst dann die spontan einsetzende, meist aber ungenügende Heilungstendenz durch die Röntgenbestrahlung zu beschleunigen und zu vervollkommnen. Nur die zur Latenz neigenden, die stationären und langsam progredienten Formen der indurierenden und disseminierten Lungentuberkulose sollen bestrahlt werden. Nur wenn man die Röntgenbehandlung ihrem ganzen Wesen nach als eine Unterstützung der Naturheilung auffaßt, wird man seines Erfolges froh werden.

Die zweite Grundbedingung für den Erfolg ist die *richtige Technik*. Diese ist nur möglich, wenn man sich über den anatomischen Charakter der Erkrankung klar ist. Es kann gar nicht ernst genug betont werden, daß der mit der Bestrahlungstherapie sich beschäftigende Arzt mit der Anatomie der Lungentuberkulose gründlich vertraut sein muß. Nur wer sich beim Studium der tuberkulösen Lungenpräparate vor Augen hält, daß nur das proliferierende Gewebe getroffen werden kann, wird die richtige Indikation und die richtige Technik finden. Nur wer aus den klinischen Symptomen und dem unerläßlichen Röntgenbilde die anatomischen Veränderungen zu erkennen vermag, wird seinen Kranken den gewünschten Erfolg schaffen können.

Die Technik muß darauf eingestellt sein, die Vernarbung zu erzielen ohne daß es zu Zerfallserscheinungen kommt. Je erfahrener der Arzt in der Bestrahlung der Lungentuberkulose wird, um so sicherer wird er Nutzen stiften. Wir benutzen bei unseren Bestrahlungen prinzipiell eine Feldereinteilung der Lungen, die uns das Lungenfeld vorn und hinten in rechteckige Felder teilt, die je nach Sitz und Ausdehnung der Krankheit bestrahlt werden.

Unser Schema gibt eine derartige Einteilung wieder, wo z. B. auf

der linken Seite das ganze Lungengebiet in je 3 Felder von vorn und hinten bestrahlt wird, während rechts nur die Spitze und das Hilusgebiet erkrankt sind. Je nach Sitz der Erkrankung werden seitliche Felder hinzugenommen. Die Dosierung soll stets so angepaßt sein, daß Zerfallserscheinungen und Reaktionen vermieden werden. Wir sind deshalb von den größeren Dosen, die beim Tierexperiment nötig waren, beim Menschen abgekommen, geben jetzt lieber häufigere und kleinere Dosen und lassen nach jeder Bestrahlung eines Herdes eine genügende Reaktionszeit, um die Wirkung zu beobachten. Wir bestrahlen die Felder in der Reihenfolge der auf dem Schema seitlich angegebenen Zahlen — ein Feld in jeder Sitzung — so daß jeder Herd in der Lunge erst von vorn und dann in derselben Reihenfolge von hinten bestrahlt wird und wiederholen dann die ganze Folge noch einmal. Die Dosierung schwankt zwischen 4 und 15 X in der Einzeldosis. Größere Dosen bei der indurierenden und zur Latenz neigenden Tuberkulose, kleinere Dosen bei der stationären und langsam progredienten und disseminierten Tuberkulose. Diese Dosierung ist von der allergrößten Wichtigkeit, da nur dadurch die langsame Schädigung und Vernarbung des Granulationsgewebes erreicht wird. Kleinere Dosen müssen natürlich bei entsprechenden Reaktionspausen öfter gegeben werden. Für den Anfänger ist dringend anzuraten, daß er lieber mit kleineren und häufigeren Dosen

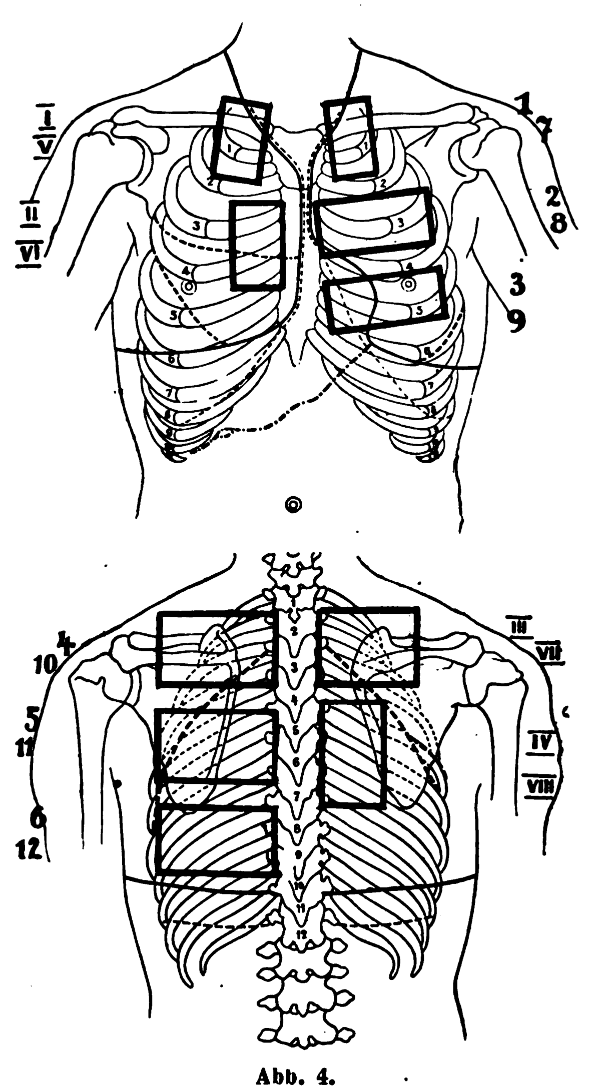


Abb. 4.

arbeitet, bei denen jede Schädigung ausgeschlossen ist, wenn der Lungenbefund gut kontrolliert wird; doch ist zu bedenken, daß natürlich ein der anatomischen Erkrankung entsprechendes Strahlenmaximum am besten wirkt. Bei einem solchen Verfahren lassen sich Überdosierungen vermeiden, es kann bei diesem höchst empfindlichen Gewebe die für die Vernarbung notwendige Optimaldosis für jeden einzelnen Fall gefunden werden, es kann sofort die Behandlung bei jeder zu starken Reaktion abgebrochen werden.

Am besten werden Erfolge und Technik an einer Reihe von Beispielen illustriert, die ich aus meinem großen Material hier wiedergeben möchte:

Fall I. 56jähriger Mann. Stationäre, offene, disseminierte Tuberkulose in beiden Oberlappen..

Röntgenbild Ia vor der Bestrahlung; zwei kombinierte Quarzlicht-Röntgenfolgen:

1. 6 Quarzbestrahlungen — 16 Röntgenbestrahlungen, rechts und links I u. II Gesamtdosis 118 X, Durchschnittliche Dosis $7^1/_2$ X — 6 Quarzbestrahlungen.

2. 6 Quarzbestrahlungen — 8 Röntgenbestrahlungen, rechts und links Hilus, Gesamtdosis 47 X, durchschnittliche Dosis 6 X — 6 Quarz.

Röntgenbild Ib nach der Bestrahlung. Starke Schrumpfung der bestrahlten Lungenteile, Bazillen und Auswurf verloren.

Fall II. 19jähriges junges Mädchen. Stationäre, disseminierte offene Tuberkulose im rechten Oberlappen und Hilus. Röntgenbild IIa vor der Bestrahlung. Zwei kombinierte Quarz-Röntgenfolgen.

1. 6 Quarz — 8 Röntgen, rechts I—II, Gesamtdosis 87 X, Durchschnittsdosis 8 X — 6 Quarz.

2. 6 Quarz — 8 Röntgen rechts I—II, Gesamtdosis 42 X, Durchschnittsdosis 5 X — 6 Quarz.

Röntgenbild II b nach der Bestrahlung. Starke Schrumpfung des rechten Oberlappens, kein Husten, kein Auswurf, keine Bazillen.

Fall III. 16jähriges junges Mädchen. Progrediente, offene, disseminierte Tuberkulose im rechten Oberlappen und Hilus, subfebrile Temperaturen. Röntgenbild III a vor Bestrahlung. Zwei kombinierte Quarz-Röntgenfolgen.

1. 6 Quarz — 8 Röntgen, rechts I—II, Gesamtdosis 45 X, Durchschnittdsosis $5^1/_2$ X — 6 Quarz.

2. 6 Quarz — 8 Röntgen, rechts I—II, Gesamtdosis 40 X, Durchschnittsdosis 5 X — 6 Quarz.

Röntgenbild III b nach Bestrahlung. Fieberfrei, starke Schrumpfung des rechten Oberlappens, kein Husten, kein Auswurf, keine Bazillen.

Fall IV. 34jähriger Mann. Progrediente, disseminierte, offene Tuberkulose im rechten Oberlappen mit Kaverne. Röntgenbild IV a vor Bestrahlung. Zwei kombinierte Quarz-Röntgenfolgen

1. 6 Quarz — 8 Röntgen, rechts I—II, Gesamtdosis 64 X, durchschnittliche Dosis 8 X — 6 Quarz.

2. 6 Quarz — 8 Röntgen, rechts I—II, Gesamtdosis 73 X, durchschnittliche Dosis 9 X — 6 Quarz.

Röntgenbild IV b nachBestrahlung. Starke Schrumpfung des kavernösen rechten Oberlappens, kein Husten, kein Auswurf, keine Bazillen.

Fall V. 23jähriges junges Mädchen. Progrediente, offene Aspirationstuberkulose im rechten Unterlappen mit Schwarte nach exsudativer Pleuritis, jetzt kein Exsudat mehr. Röntgenbild Va vor Bestrahlung. Zwei kombinierte Quarz-Röntgenfolgen.

1. 6 Quarz — 8 Röntgen, rechts II—III, Gesamtdosis 70 X, durchschnittliche Dosis 9 X — 6 Quarz.

2. 6 Quarz — 12 Röntgen, rechts und links Hilus, rechts III. Gesamtdosis 108 X, Durchschnittsdosis 8 X — 6 Quarz.

Röntgenbild Vb nach Bestrahlung. Geschrumpfter Herd im rechten Unterlappen. kein Husten, kein Auswurf, keine Bazillen.

Fall VI. 36 jährige Frau. Ausgedehnte progrediente, offene kavernöse Tuberkulose im rechten Unterlappen. Röntgenbild VI a vor Bestrahlung. Zwei Quarz-Röntgenfolgen.

1. 6 Quarz — 8 Röntgen, rechts II—III, Gesamtdosis 70 X, durchschnittliche Dosis 9 X — 6 Quarz.

2. 6 Quarz — 8 Röntgen, rechts II—III, Gesamtdosis 41 X, durchschnittliche Dosis 5 X — 6 Quarz.

Röntgenbild VI b nach Bestrahlung. Starke Schrumpfung des tuberkulösen Herdes im rechten Unterlappen, kein Husten, kein Auswurf, keine Bazillen.

Fall VII. 35 jähriger Mann. Schwere progrediente, offene, indurierende Tuberkulose in in der linken Lunge, Kaverne im linken Oberlappen, subfebrile Temperaturen. sehr schlechter Allgemeinzustand, Gewicht 49,2 kg. Röntgenbild VII a vor Bestrahlung. Röntgenbestrahlung ohne Quarz.

12 Röntgen, rechts I—III, Gesamtdosis 53 X, durchschnittliche Dosis $4^1/_2$ X.

Röntgenbild VII b nach Bestrahlung. Entfieberung während Bestrahlung, starke Schrumpfung der linken Seite, 33 Pfund Zunahme, Auswurf fast verschwunden, einzelne Tuberkelbazillen.

Fall VIII. 44 jähriger Mann. Progrediente, indurierende, offene Tuberkulose in der linken Lunge mit großer Kaverne im linken Oberlappen. Disseminierte Herde im rechten Ober- und Unterlappen. Subfebrile Temperaturen. Röntgenbild VIII a vor Bestrahlung. Eine kombinierte Quarz-Röntgenbestrahlung.

6 Quarz — 20 Röntgen, links I—III rechts I und Hilus. Gesamtdosis 85 X durchschnittliche Dosis 4 X — 6 Quarz.

Röntgenbild VIII b nach Bestrahlung. Starke Schrumpfung der linken Seite mit deutlicher Verkleinerung der Kaverne, fieberfrei, sehr erholt, Auswurf sehr viel geringer geworden mit spärlichen Bazillen.

Ich habe mich bemüht, als Beispiele Fälle aus allen Gebieten der Lungentuberkulose zu bringen, die der Bestrahlung zugänglich sind. Die Bilder sprechen für sich. Diese Fälle habe ich außerdem gewählt, um die Dosierung, wie wir sie anwenden, zu zeigen. Ich betone aber ausdrücklich, daß ein Schema sich nicht aufstellen läßt, als Gesetz gilt nur allgemein, die gutartigen Fälle werden mit größeren, die Fälle, bei denen ein Zerfall zu fürchten sein könnte, mit kleineren Dosen bestrahlt. Die beiden letzten Fälle geben schwere, langsam progrediente Fälle wieder. aber von indurierendem Charakter, die, weil sie bereits Kavernen enthielten. sehr vorsichtig mit kleinen Dosen bestrahlt wurden. Bei solchen Fällen muß man sich vorsichtig vorwärts tasten, Reaktionspausen von wenigstens 2 Tagen lassen, dann kann aber bei diesen kleinen Dosen nichts unerfreuliches eintreten. Diese Fälle zeigen auch, daß sich ebenfalls beschwereren vorgeschrittenen Fällen, wenn überhaupt nur eine unvollkommene Tendenz zur Vernarbung vorhanden ist, viel durch die Röntgenbestrahlungen erreichen läßt, wenn natürlich eine völlige Heilung auch nicht möglich ist.

Wir haben im Laufe der Jahre jetzt ein Material von über 700 Fällen, die wir nach diesen Grundsätzen behandelt haben, je mehr wir lernen, die Indikation richtig zu stellen und unsere Dosierung dem anatomischen Charakter der Krankheit anzupassen, um so besser werden die Erfolge. Es ist ganz auffallend, wie bei unserem dauernd großen Krankenmaterial die Blutungen gegen früher, ehe wir so ausgedehnt bestrahlten, zurückgegangen sind, trotz des zweifellos bösartigeren Charakters der Krankheit, dem schlechten Allgemeinzustand und der geringeren Widerstandsfähigkeit infolge der jahrelangen Unterernährung und der psychischen Belastung, die Trauer und Sorgen über so viele gebracht haben, und die wir bei der Entwicklung einer Tuberkulose nicht zu gering anschlagen dürfen. Es ist dies auch ein Beweis, daß wir unserem Ziel, die Naturheilung zu unterstützen und zu vervollkommnen immer näher kommen. Vernarbung bedeutet Schrumpfung. Im Verlauf und nach Beendigung der Bestrahlung treten daher häufig ziehende Beschwerden auf, die aber niemals — auch bei rektaler Messung — mit Temperatursteigerungen verbunden sein dürfen. Diese Beschwerden sind als Zeichen der erwünschten Wirkung, der Narbenbildung und Kontraktion nur zu begrüßen. Erhöhte Temperaturen, die nicht nach einigen Stunden für die Dauer abfallen, sind stets ein Zeichen für Überdosierung. Dagegen kann der Auswurf während der Bestrahlung unter Umständen, da ja eine Reizung des tuberkulösen Herdes vorliegt, vorübergehend etwas zunehmen. Die genaueste Kontrolle des Auswurfes auf elastische Fasern ist selbstverständlich. Da die Röntgenbestrahlung des tuberkulösen Granulationsgewebes das tuberkulöse Granulationsgewebe in Narben überführen soll, so ist der Enderfolg erst 3—4 Wochen nach Abschluß der Bestrahlung zu erwarten. Gewöhnlich sind mehrere Bestrahlungsfolgen notwendig, da immer das Prinzip vorherrschen muß, Überdosierungen zu vermeiden, und man stets langsam und sicher vorgehen soll.

Die Röntgenbehandlung bei der Lungentuberkulose ist also eine zweischneidige Waffe, deren Gebrauch genau studiert und gelernt sein muß, sie ist nur von dem allgemeinen und technisch erfahrenen Arzt anzuwenden, nie einem unkontrollierten Personal zu überlassen. So günstig die Erfolge zu gestalten sind, so gefährlich kann sie in der Hand eines Unerfahrenen werden.

Für den Erfolg der Röntgenbehandlung der menschlichen Lungentuberkulose ist, das habe ich bei jeder meiner Publikationen hervorgehoben und ich möchte es ganz ausdrücklich hier noch einmal unterstreichen, ferner unbedingt notwendig ein entsprechendes Verhalten der Patienten während der Kur. Ich habe schon früher die Röntgenbehandlung der Lungentuberkulose mit einer inneren Operation verglichen und möchte an diesem Bilde festhalten. Während der ganzen Bestrahlungszeit, also während des inneren Wundverlaufes, ist die äußerste Schonung am Platze. Meine Patienten dürfen nur dreimal am Tage eine halbe Stunde spazieren gehen,

die strengste Einhaltung der verordneten Liegestunden wird ihnen zur Pflicht gemacht und ärztlich kontrolliert. Jede körperliche Belastung muß ausgeschaltet werden. Deshalb soll und darf die Röntgenkur der Lungentuberkulose nur im Rahmen einer allgemeinen Kur durchgeführt werden, bei der sich die Patienten unter dauernder ärztlicher Aufsicht und in den besten hygienischen, klimatischen und diätetischen Verhältnissen befinden. Nur wenn zugleich die Vorteile der allgemeinen klimatisch-diätetischen Kur einwirken, ist mit dieser sehr diffizilen Behandlungsmethode der gute Erfolg zu erzielen, wie wir ihn erreichen. Niemals soll die Röntgenbehandlung ambulant durchgeführt werden, niemals, wenn nicht gleichzeitig alle Forderungen der allgemeinen Kur erfüllt werden können. Deswegen wird die Röntgenbehandlung der Lungentuberkulose nur den Lungenheilstätten vorbehalten bleiben müssen, da nur hier der optimale aber notwendige Rahmen für die Kur zu finden ist.

Wie wir oben bereits berichteten und wie es aus den mitgeteilten Beispielen ersichtlich ist, verbinden wir meistens die Röntgenbestrahlungen mit den Quarzbelichtungen, um uns auch diese auf Seite 564 geschilderten Vorteile zunutze zu machen. Diese Kombination hat sich auf das allerbeste bewährt. Im allgemeinen beginnen wir die Folge mit 6 Quarzbestrahlungen in der oben geschilderten Art, fügen dann das Röntgenverfahren an und schließen mit 6 Quarzbestrahlungen wieder ab, die je nach Bedarf vermehrt werden können.

Aus unseren Ausführungen geht also hervor, daß wir der Strahlentherapie in jeder Form für die Behandlung der Lungentuberkulose eine große Bedeutung zumessen. Selbstverständlich darf man nie in der Strahlenbehandlung das Allheilmittel gegen die Phthise sehen. Die Wirkungsweise, die Erfolgsmöglichkeiten und die Grenzen des Verfahrens haben wir nach unseren eigenen Erfahrungen hier ausführlich dargestellt. Grundlage für jede erfolgreiche Beeinflussung der Lungentuberkulose bleibt immer die allgemeine klimatisch-diätetische Kur, die durch keine ambulante Behandlung ersetzt werden kann. Alle anderen in der Phthisiotherapie bewährten Methoden bleiben voll in ihrem Recht. Aber Licht, Luft und Sonne sind Heilfaktoren, die wir unseren Kranken so ausgedehnt wie möglich zugänglich machen müssen. Jedes dieser Heilmittel bedarf jedoch des Studiums und der sachgemäßen Anwendung, alle können bei kritikloser Anwendung zu schwerem Schaden führen, alle tragen in sich bei geeigneten Fällen die Möglichkeit des Erfolges. Diesen Erfolg herbeizuführen, ist die Aufgabe des Arztes. Das gilt bei der Behandlung der menschlichen Lungentuberkulose von allen Arten der strahlenden Energie, es gilt von den einfachen und jedem zugänglichen Sonnenbädern, von den künstlichen Lichtquellen und von dem komplizierten Röntgenverfahren.

— —

Aus der chirurgischen Klink der Hamburger Universität (Geh. Rat Prof. Dr. Kümmell, Krankenhaus Eppendorf).

Die Heliotherapie bei chirurgischer Tuberkulose der Kinder.

Von

Dr. **Hans Schäfer,** Assistenzarzt der chir. Klinik.

(Mit 1 Abbildung.)

Während die Heliotherapie bei der chirurgischen Tuberkulose im Hochgebirgsklima, vor allem durch die staunenswerten Erfolge Rolliers und Bernhards, zu einer längst anerkannten Behandlungsmethode, ja man kann sagen zu der Methode der Wahl, falls es die äußeren Verhältnisse erlauben, geworden ist, hat dieselbe im Tiefland oder gar in der Nähe der Großstädte oder in diesen selbst immer noch nicht die Verbreitung gefunden, die ihr zweifellos gebührt. In einigen Mittelgebirgs- und Tieflandssanatorien für chirurgisch Tuberkulöse, in denen die Heliotherapie systematisch angewandt wird, sind bereits ebenfalls sehr erfreuliche Resultate mit dieser erzielt worden. So vor allen von Bardenheuer, von Vulpius bei Rappenau, von Kisch in Hohenlychen und Thedering in Oldenburg u. a. In diesen Anstalten freilich, die eigens für diese Zwecke planmäßig erbaut, bzw. eingerichtet wurden, kommen auch die zahlreichen anderen Heilfaktoren, die nur derartigen Heilanstalten eigen sind, ebenfalls voll zur Wirkung. Daß man aber auch mitten in der Großstadt, und noch dazu in einer, wegen ihres rauhen und nebeligen Klimas besonders berüchtigten Großstadt wie Hamburg, hervorragend günstige Erfolge mit der Heliotherapie erzielen kann, haben die Erfahrungen Grünebergs im Altonaer Kinderhospital und Oehleckers im neuen Barmbecker Krankenhaus gezeigt. Auch im Eppendorfer Krankenhaus haben wir in der chirurgischen Klinik auf Kümmells Veranlassung die Heliotherapie bei der Behandlung der chirurgischen Tuberkulose des Kindesalters angewandt und sehr gute Erfolge damit erzielt.

Infolge der starken Belegung des Krankenhauses mit verwundeten und erkrankten Kriegsteilnehmern stand freilich zunächst nur ein kleiner Pavillon mit 24 Betten für unsere Zwecke zur Verfügung. Er ist ein Erdgeschoßbau und hat eine nach Südwest gelegene offene, nur mit Glas überdachte Liegehalle und einen geräumigen, mit Sträuchern umgebenen Rasenplatz davor (siehe Abbildung).

Die Technik der Heliotherapie wurde bei uns nicht auf die lokale Bestrahlung des erkrankten Gliedes beschränkt, sondern wir wandten meist das allgemeine Sonnenbad an, was ja bei der geringen Intensität der Sonnenstrahlen in unserer, mit Staub, Ruß und Nebel durchsetzten Atmosphäre auch besonders leicht möglich war. Die Bestrahlung wurde in den weniger heißen Frühlings- und Herbstmonaten den ganzen Tag über vorvorgenommen, in der heißen Hochsommerzeit nur in den Morgen- und Abendstunden. Irgendwelche Überhitzungserscheinungen oder starke Dermatitis solaris wurde auf diese Weise von uns vollkommen vermieden; wir sahen nur eine stetig zunehmende, gleichmäßige Pigmentierung der Haut bis zu einem tiefen Braun. Auch in den Wintermonaten wurde



jeder Sonnenstrahl sozusagen für unsere therapeutischen Zwecke nutzbar gemacht. Die Kinder lagen dann freilich, wie es die Temperatur erforderte, leicht oder, wenn es nötig war, wärmer gekleidet im Freien. Mit der Freiliegekur wurde nur an den Tagen, auch im Sommer, ausgesetzt, wenn stärkerer Wind mit Regen oder Schnee von Südwesten auf der Liegehalle stand. Es erregte geradezu unser Staunen, wie abgehärtet die Kinder gegen die kalte Witterung wurden, und wie sie selbst spontan täglich, auch im Winter, immer wieder den Wunsch äußerten, möglichst bald und lange ins Freie zu kommen. Ausdrücklich sei bemerkt, daß wir nicht eine einzige Beobachtung gemacht haben, bei der von einer Erkältung die Rede war. Wir haben keinen Schnupfen, keine Angina oder sonstige Infektion, keine Bronchitis, Pleuritis oder Pneumonie bei den auch im Winter draußen liegenden Kindern gesehen, während die-

selben in den übrigen Pavillons häufig auftraten. Nachts wurden die Kinder auch im Sommer in den Pavillon gebracht.

In den Hochsommermonaten trugen die Kinder einen Strohhut sowie blaue Brillen, sonst erwiesen sich irgendwelche Schutzmaßregeln gegen etwa zu intensive Strahlenwirkung als überflüssig; auch Salbeneinreibungen wurden nie angewandt. Wir sahen nur das sich immer stärker ausbildende Erythema solare. dagegen nie schwere Dermatitis.

Die durch die Sonnenbestrahlung verursachte analgetische Wirkung trat bei allen unseren Kranken sehr bald in erfreulicher Weise in Erscheinung; die Gewichtszunahme, die Appetitsteigerung, die Besserung des Allgemeinbefindens und der psychischen Stimmung der Kinder war eine sehr augenfällige. Fisteln wurden nie durch Becksche Wismutpaste oder Mosetigpaste geschlossen. Auch von Jodoform-Glyzerin-Injektionen wurde kein Gebrauch gemacht.

Die Biersche Stauungsmethode, welche wir sonst mit besonderer Vorliebe und mit Erfolg vielfach verwendeten, haben wir nicht angewandt, um einwandfrei die Erfolge der Sonnenbehandlung beobachten zu können. Nach der Auffassung Kischs soll ja auch ein Teil der heliotherapeutischen Heilwirkung auf der allgemeinen hyperämisierenden Wirkung der Bestrahlung beruhen. Auch wir konnten die Erfahrungen Bernhards u. a. bestätigen, daß die Patienten, die gut pigmentierten, die beste Heilungstendenz zeigten.

Was das Material betrifft, das in den letzten zwei Jahren auf der Kümmellschen Klinik von Tuberkulose des Kindesalters zur Behandlung kam, so handelte es sich um 53 Fälle von Kindern im Alter von 3—14 Jahren. Darunter fanden sich 15 tuberkulöse Halslymphome, 8 Fälle von Spondylitis, 9 Fälle von Coxitis, 11 Fälle von Fungus des Knies oder Ellbogengelenkes, je 4 Fälle von Peritonitis tuberculosa und Spina ventosa, und endlich je 1 Fall von tuberkulöser Rippenkaries und tuberkulöser Zerstörung des Calkaneus.

Die Methode wurde bei uns teilweise allein, teilweise als wesentlicher Unterstützungsfaktor bei den Fällen angewandt, wo infolge hochgradiger, durch das Röntgenbild festgestellter Knochenzerstörung mit hohem Fieber eine Resektion des erkrankten Gelenkes nicht zu umgehen war. Gerade diese Fälle waren besonders dankbar. Die Wundheilungsdauer wurde wesentlich abgekürzt, zurückgebliebene Fisteln schlossen sich unerwartet rasch.

Besonders erwähnt sei in dieser Beziehung eine seit vier Jahren bestehende Fistel nach Hüftgelenksresektion, die in den früheren Jahren unter dem Bilde der schweren Nierenschädigung (Amyloid?) eigentlich als desolat gegolten hatte, und die nach der in den letzten Jahren konsequent durch

geführten Freiluft- und Heliotherapie doch zu unserem großen Erstaunen zur Ausheilung kam und mit guter Funktion geheilt entlassen werden konnte. Desgleichen ein anderer Fall von tuberkulöser Coxitis, der ohne Resektion. nur durch Heliotherapie und Freiluftbehandlung vollkommen ausheilte und am Jahresende mit völlig erhaltener Gelenksfunktion das Krankenhaus verließ.

Besonders erwähnt seien ferner noch zwei Fälle von Bauchfelltuberkulose, die, mit hochgradigem Aszites und stark aufgetriebenem Abdomen aufgenommen, nur unter Heliotherapie spontan ausheilten. Im Winter nahmen wir als Unterstützung und zur Fortführung der in den Sommermonaten durchgeführten Heliotherapie auch die Bestrahlung mit künstlicher Höhensonne zur Mithilfe.

Da unsere Behandlungsmethode in dem Rahmen einer bislang nicht für diese Zwecke eingerichteten Krankenhausabteilung, sozusagen mit sehr bescheidenen Mitteln möglich war, wie sie sicher in den meisten Krankenanstalten vorhanden sein werden, und noch dazu in dem klimatisch ungünstigen Hamburg bei Fällen zum Ziele führte, die sich sonst jeder Methode gegenüber als refraktär erwiesen hatten, so kann ihre Anwendungsweise wohl mit Recht als in jedem Krankenhausbetriebe als durchführbar bezeichnet und warm empfohlen werden. Zur Erzielung noch besserer Erfolge durch die Heliotherapie in größerem Maßstabe wird ein entsprechender Ausbau der Abteilung für chirurgisch Tuberkulöse, sobald es die Verhältnisse gestatten, in die Wege geleitet.

Andererseits soll nochmals betont werden, daß wir mit der rein konservativen Heliotherapie in unserem Tieflandsklima naturgemäß nicht die Indikation so weit stellen konnten, wie sie in den Hochgebirgssanatorien gegeben ist, und wir, wo es der lokale und allgemeine Befund erforderte. auch die operative Methode, vor allem Resektion der schwer zerstörten Gelenke anwandten. Ein Fall von Kniegelenkstuberkulose war uns in dieser Beziehung besonders lehrreich., Er kam in fistelndem Zustande, mit geringem pathologischen Röntgenbefund zur Aufnahme und besserte sich unter rein konservativer Heliotherapie so, daß wir ihn geheilt Ende des Jahres entlassen konnten, kam aber nach Ablauf eines halben Jahres wieder mit sehr zerstörtem Gelenk in Beugekontraktionsstellung zur Aufnahme. so daß die Resektion des Gelenkes doch noch ausgeführt werden mußte.

Literatur:

Grüneberg, Mün. med. Woch. 1917, Nr. 31. — Kisch, Mün. med. Woch. 1917, Nr. 19. — Bernhard, N. d. Chir. 23. — Thedering, Strahlentherapie 6. — Derselbe, Ztschr. f. Tub. 25. — Kisch, Arch. f. klin. Chir. 106. — Vulpius, Dt. med. Woch. 1913. — Oehlecker, Dt. med. Woch. 1918, Nr. 26. — Kümmell, Dt. med. Woch. 1918, Nr. 27.

Aus der Malariastation Marienhöhe des Reservelazaretts Südende b. Berlin.

Die Behandlung der chronischen Malaria mit Röntgenstrahlen.

Von

Dr. med. **Karl Erich Wolff.**

Die Erfahrungen bei der Behandlung der Kriegsmalaria haben auf den großen Unterschied aufmerksam gemacht, der zwischen dem Krankenmaterial besteht, welches frisch von der Front in die Feld- oder Kriegslazarette kommt und dort zurückbehalten und behandelt werden kann, und demjenigen, das etappenweise die verschiedensten hinter der Front gelegenen Lazarette passiert, bis die Kranken endlich — oft nach Wochen oder Monaten — in einem Reservelazarett in der Heimat landen. Zwei Momente sind es, welche sich hier unterschiedlich bemerkbar machen: einmal sind erfahrungsgemäß, was wir ja auch schon von verschiedenen anderen Infektionskrankheiten her kennen, die frischen Fälle einer rationellen Therapie in ganz anderer Weise zugänglich wie die alten, gar nicht oder ungenügend behandelten, und zweitens macht sich ganz besonders bei der Malaria eine zweckwidrige Chininbehandlung — und wie konnte beim Passieren von drei, vier und oft noch mehr Lazaretten eine systematisch geordnete Behandlung möglich sein — außerordentlich ungünstig geltend. Ein Reservelazarett der Heimat steht von vornherein einer ganz anderen Aufgabe gegenüber als ein Frontlazarett; letzteres ist in der Lage, bei frischen Fällen mit der ganzen Energie, die den Behandlungsmethoden einem ungeschädigten Organismus gegenüber innewohnen, die Behandlung einzuleiten und durchzuführen; hat sie sofortigen Erfolg, so werden die Kranken geheilt oder höchstens noch als erholungsbedürftig entlassen, hat die Behandlung keinen Erfolg oder kann sie aus irgendwelchen Gründen nicht rationell durchgeführt werden, so wandern die Kranken allmählich in das Heimatlazarett, das die nun chronisch krank Gewordenen und durch die unzureichende Therapie Geschädigten jedenfalls arbeitsfähig — früher auch möglichst kriegsverwendungsfähig — machen sollte. Die Patienten durften eigentlich erst dann entlassen werden, wenn mit Wahrscheinlichkeit auszuschließen war, daß sie ernstlich rückfällig würden und von neuem einem Lazarett zur Last fielen, das lag sowohl im Interesse des Kranken wie auch der Allgemeinheit, für die das Überhandnehmen der ungeheilten Malariker doch immerhin eine Gefahr bedeutete.

Bei den meisten in die Heimat gelangten chronisch Malariakranken handelt es sich nach der Aufnahme zuerst darum, sie wieder vom Chinin, das oft in geradezu maßloser Weise gegeben war, zu entwöhnen. Feststellungen auf der Station ergaben, daß einzelne Kranke in einem Monat 60, in drei Monaten 100, in einem Jahre 300 g Chinin geschluckt hatten, und doch boten sie das Bild der schweren, unaufhörlich rezidivierenden Malaria. Die Unzweckmäßigkeit, ja Schädlichkeit einer überreichlichen unsystematischen Chinindarreichung ist uns heute bekannt, ohne daß es möglich wäre, mit Sicherheit zu sagen, woran der Vorgang der Chininwirkung und -gewöhnung gebunden ist, ob eine Beeinflussung des Parasitenträgers oder des Parasiten selbst oder vielleicht beides zusammen vorliegt. Nocht nimmt an, daß mit der Schädigung, die die Organe des kranken Individuums durch den lange fortgesetzten Chininmißbrauch erleiden, eine Minderung der eigenen immunisatorischen Kräfte des Organismus einhergeht und lehnt den Gedanken einer vermehrten Widerstandsfähigkeit der Parasiten ab, wofür auf der anderen Seite Eügling eintritt. Durch experimentelle Untersuchungen — aber nicht am Malariaerreger selbst, sondern an einer Kolpidienart — hat er für diese den Beweis erbracht, daß durch Züchtung auf chininhaltigem Nährmaterial eine zunehmende Chininfestigkeit der fraglichen Stämme zu erzielen ist, und er glaubt diese Erfahrungen auch auf den Malariaerreger übertragen zu können, indem er nach klinischen Gesichtspunkten Parallelen zieht. Für die praktisch wichtige Tatsache, daß die Folgen der Chiningewöhnung beim Kranken innerhalb weniger Tage nach Aussetzen des Chinins schwinden, findet er durch seine Experimente Erklärungen, die seine Anschauung stützen sollen, während Nocht schon diese Tatsache an sich als für seinen Standpunkt beweisend bezeichnet, indem er betont, daß es äußerst unwahrscheinlich sei, daß eine erworbene Chininfestigkeit der Parasiten in so kurzer Zeit sich wieder verlieren könne.

Kompliziert werden diese Fragen noch durch das Vorhandensein der beiden verschiedenen Parasitenformen, der Asexuellen und der Gameten. Man hat versucht, einen Zusammenhang zwischen Gametenbildung und Chinindarreichung zu konstruieren, dabei sind unsere Kenntnisse der Biologie der Malariaparasiten gerade in dieser Richtung noch sehr lückenhaft, wenngleich in letzter Zeit durch die Forschungen von Biedl wesentliche Fortschritte erzielt sind; es sei nur die von ihm sichergestellte, lange strittige Tatsache erwähnt, daß im Erstlingsanfall Gameten im Blut auftreten.

Von sichtbaren Schädigungen durch Chininüberfütterung erwähnt Nocht außer dem von Plehn zuerst beschriebenen paradoxen Chininfieber die zunehmende Neigung der Haut und Schleimhaut zu Blutungen. Zuelzer konnte als eine höchst wahrscheinliche Folge des überreichlichen Chinin-

gebrauches myxödemartige Zustände, verbunden mit sichtbarer Verkleinerung der Schilddrüse, beobachten. Verabreichung von Thyreoidea wurde nicht nur subjektiv ausgezeichnet vertragen, sondern es wurde auch ein monatelanges bis dauerndes Verschwinden der Anfälle ohne weitere medikamentöse Therapie erzielt. Die Einzelheiten werden anderen Ortes veröffentlicht werden.

Die Tatsache, daß die Chiningewöhnung in verhältnismäßig kurzer Zeit wieder schwindet, gibt, abgesehen von allen theoretischen Erklärungsmöglichkeiten, die praktisch wichtige Grundlage für eine Methode der Chinindarreichung, die sich bei vielen Fällen von chronischer Malaria bewährt hat. Man entwöhnt die chininüberfütterten Kranken vorübergehend völlig und geht gegen die herabgesetzte Chininresistenz energisch mit größeren Dosen vor, bzw. unterstützt nach der anderen Anschauung die wieder vermehrten immunisatorischen Kräfte des Organismus. Man kann häufig bei rezidivierenden chronischen Fällen gute Erfolge erzielen, wenn man regelmäßig an zwei Tagen hintereinander je 2—3 g Chinin verabreicht und dann eine chininfreie Periode von 6—8 Tagen einschiebt.

In geeigneten Fällen läßt sich eine andere Form der Chinindarreichung, bei der ausschließlich nach klinischen Gesichtspunkten verfahren wird, mit gutem Erfolge durchführen. Zuelzer hat auf die klinische Bedeutung der perkutorischen Feststellung der Lebergröße neben der Milzgröße bei chronischer Malaria aufmerksam gemacht und ein Perkussionsverfahren für die Leberperkussion angegeben, das brauchbare Werte liefert. Bei latent verlaufenden Fällen, bei denen nur selten und unregelmäßig Anfälle auftreten, gelingt es nicht selten, durch fortgesetzte Kontrolle der Größe von Leber und Milz das Eintreten eines Rezidivs mit Sicherheit vorauszusagen, nämlich durch Feststellung einer Größenzunahme beider Organe, durch welche Zustandsänderung ein sich vorbereitender Anfall gekennzeichnet wird. Bezüglich der diagnostischen Verwertbarkeit der Leber- und Milzperkussion sagt von anderen Autoren Seyfarth: „Untersucht man bei frisch Infizierten oder latent Malariakranken alle 2—3 Tage die Leber- und Milzgrößenverhältnisse, so wird man an der Anschwellung dieser Organe meist einen Anfall im voraus erkennen können. Die Bedeutung der Milzvergrößerung für die Diagnose ist bekannt. Es muß betont werden, daß auch die Leberperkussion in Fällen, in denen die Plasmodienuntersuchung versagte, auf die richtige Diagnose hinwies und zur klinischen Aufklärung beitrug.“ Paßt man die therapeutischen Maßnahmen diesen Beobachtungen an, so muß man in diesen Fällen dann mit Chinin eingreifen, und zwar in hohen Dosen, wenn eine Größenzunahme der beiden Organe den bevorstehenden Anfall anzeigt, um so die zu diesem Zeitpunkt sich in Leber und Milz ansammelnden vollvirulenten anfallauslösenden Erreger zu treffen. Es gelingt tatsäch-

lich auf diese Weise, den drohenden Anfall zu unterdrücken und Leber und Milz zur Verkleinerung zu bringen, was als Zeichen für eine nach Abtötung der Parasiten erfolgte Ausschwemmung aufzufassen ist; es gelingt auch, durch lange Fortsetzung dieser Behandlungsweise geeignete Fälle zur völligen Heilung zu bringen.

Von einem anderen Gesichtspunkt ist in letzter Zeit May ausgegangen. Auf Grund der Erfahrungen, daß es mit Chinin gelingt, die im Blute kreisenden Malariaerreger abzutöten, daß sich dagegen ein Teil der Parasiten in den inneren Organen, vor allem der Milz, trotz großer Chinindosen unbeeinflußt behaupten können, hat er den Versuch gemacht, die Parasiten durch irgendwelche provokatorischen Maßnahmen zum Austritt aus den inneren Organen und Übergang ins Blut zu bewegen und dann mit Chinin, Arsen und anderen Medikamenten abzutöten. Gestützt auf Erfahrungen an über 1000 Malariakranken, kommt er zu einem günstig abschließenden Urteil; die Provokation wurde mit künstlicher Höhensonne oder Arsazetininjektion vorgenommen und mit individueller Chinindarreichung verknüpft. May gibt an, nach einer durchschnittlichen Behandlungszeit von nur 8 Wochen in 50% eine Rezidivfreiheit für vorläufig ein halbes Jahr erreicht zu haben. Auch Reinhard hat provokatorische Maßnahmen in Form von Allgemeinbestrahlungen mit ultraviolettem Licht bei chronischer Malaria außer zu diagnostischen Zwecken auch zwecks Anbahnung einer energischen Therapie angewandt. Seyfarth hat mit gutem Erfolge provokatorische Maßnahmen verschiedenster Art mit energischer Chinintherapie verbunden, zumeist in Form intramuskulärer Injektionen, oft kombiniert mit Neosalvarsan.

Zur Provokation eines Anfalls bei latenter Malaria sind eine große Anzahl verschiedenartigster Methoden angegeben worden, sei es mechanischer, thermischer oder medikamentöser Natur, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll. Hier sei nur erwähnt, daß es auch gelingt, und zwar auf zuverlässige Weise, durch intravenöse Hormonalinjektion einen Anfall aufzulösen. Meyer hat gezeigt, daß beim Kaninchen während der Einverleibung des Hormonals die Milz durch vermehrte Blutzufuhr an Größe zunimmt, sich „erigiert“. Beim gesunden Menschen ist die Größenzunahme nicht erheblich genug, um perkutorisch festgestellt werden zu können, beim latenten Malariker dagegen tritt nach provokatorischer Hormonalinjektion unter deutlicher Milzvergrößerung prompt ein Anfall auf. Es ist anzunehmen, daß die durch das Hormonal verursachte starke Hyperämie der Milz die Parasiten in dem Organ mobilisiert und dann ausschwemmt, daß wir also in der Lage sind, den Anfall gewissermaßen spezifisch zu erzeugen.

Nocht faßt den Vorgang der Provokation folgendermaßen auf: Er nimmt an, daß bei verschiedenen Methoden durch Störungen des körper-

lichen Gleichgewichts unempfindliche Gameten in empfindlich asexuelle Formen verwandelt werden: es erscheint ihm zweifelhaft, ob durch solche Provokation sämtliche im Körper schlummernde Gameten zur Rückbildung in leichter zu beeinflussende Formen veranlaßt werden; es ist anzunehmen, daß sich bei den infolge der Maßnahme eintretenden Rezidiven auch neue Gameten bilden, und es ist unwahrscheinlich, daß die Methode die Zeit, in der die Rückfälle zu erwarten sind, abkürzt. Nocht rät daher von den Provokationskuren ab und empfiehlt, im allgemeinen die Methode auf diagnostische Zwecke zu beschränken.

Bei der Darreichung des Chinins per os hat sich ein wesentlicher Unterschied verschiedener Präparate in ihrer Wirksamkeit auf die Malariaerreger nicht ergeben. Mit Vorteil wurde aber in den Fällen, in denen Chinin hydrochl. schlecht vertragen wurde, Ohrensausen, Schwerhörigkeit, Übelkeit und Erbrechen auftraten, eine Verbindung von Chinin mit Atophan gegeben. Von den Morgenrothschen Chinaalkaloiden konnte das Optochin leider nicht verwandt werden, da seine Anwendung militärischerseits verboten war, dagegen wurden zahlreiche Erfahrungen mit dem Eukupin (Isoamylhydrokuprein), über dessen Anwendung bei einem Fall von Malaria Blumenthal seinerzeit berichtet hat, gesammelt. Das Mittel wurde in kleinen Dosen, 0,5 g zwei- bis viermal täglich, gegeben; in vielen Fällen zeigte es sich, daß hartnäckige Anfälle prompt kupiert wurden und daß die anfallfreien Zeiten länger anhielten, als bei den übrigen Chininpräparaten; quoad sanationem waren die Erfolge keine besseren. Bemerkenswert ist, daß das Eukupin in drei Fällen von Schwarzwasserfieber anstandslos vertragen wurde. Gutes leistete auch die intravenöse Zufuhr des Chinins; es gelang, durch Injektion relativ kleiner Mengen von Chininurethan in vielen Fällen eine monatelange Unterbrechung der Anfälle zu erzielen, freilich wurden die Heilungschancen dadurch nicht bessere, wie die ständige Kontrolle von Milz und Leber ergab.

Es sei noch kurz auf weitere zur Anwendung gekommene Medikamente hingewiesen: Salvarsan, von dem von anderer Seite viel Günstiges berichtet wird, aber mehr bei akuter als bei chronischer Malaria, hat keine besonderen Erfolge bei den hartnäckigen Formen gezeitigt, desgleichen das Methylenblau. Arsen und Eisenpräparate kommen wohl nur wegen ihrer Wirkung auf die Blutbildung in Frage und wurden in diesem Sinne häufig mit Erfolg angewandt.

Bei der medikamentösen Behandlung der Malaria sind trotz der verschiedensten Modifikationen bezüglich Art, Menge, Zeitpunkt der Darreichung vollkommene Mißerfolge gar nicht so selten. Besonders die Fälle von überwinterter Malaria setzen der Beeinflussung durch die üblichen Mittel ganz außerordentliche Schwierigkeiten entgegen. Es wäre müßig, sich hier-

über eine Theorie zu bilden, solange wir noch über die Entwicklung des einzelnen Malariaanfalles so im unklaren sind, wie es tatsächlich der Fall ist. Durch die grundlegenden Untersuchungen von Celli, Marchiafava, Schaudinn und Koch kennen wir alle Entwicklungsreihen der Malariaerreger, die Sporogonie in den Anophelinen, die Schizogonie und Bildung von Geschlechtsformen im Menschen, aber es klafft noch immer eine Lücke in unseren Kenntnissen, die sich vom Augenblick des Übergangs der Sporozoiten ins menschliche Blut durch den Stich der Mücke bis zum Auftreten des ersten Malariaanfalls erstreckt, also über die sogen. Inkubationsüberzeit und ebenso über die Latenzzeit zwischen den oft weit auseinanderliegenden Anfällen hin, welche Lücke bisher nur durch die oben erwähnten klinischen Beobachtungen der Veränderung der Leber und Milz vor Eintreten des Anfalls zum Teil ausgefüllt ist.

Eine Bereicherung der therapeutischen Kenntnisse gerade bei hartnäckigen Fällen, die anderen Behandlungsmethoden widerstehen, stellt die Behandlung der chronischen Malaria mit Röntgenstrahlen dar. Die bisher in der Literatur über die Röntgentherapie bei Malaria vorliegenden Mitteilungen sind wenig günstig und können zum Weiterarbeiten auf derselben Basis kaum Veranlassung geben; man muß bei Wiederaufnahme der Therapie von den neuen Gesichtspunkten, die auf unseren jetzigen Anschauungen begründet sind, ausgehen. Da demnach prinzipielle Unterschiede vorliegen zwischen der hier zu berichtenden Methode und der der früheren Untersucher, braucht auf die bisher in der Literatur vereinzelt mitgeteilten Resultate nicht ausführlicher eingegangen zu werden. Zumeist handelt es sich auch nur um einige wenige Fälle, mitunter sogar nur einen, der auf diese Weise behandelt wurde, so daß ein abschließendes Urteil nicht möglich ist. Maragliano, Skinner und Carson, Quénu, Pollitzer sahen gelegentlich einen günstigen Einfluß der Röntgenbestrahlung, während Jancso und Demarchi ihn stets vermißten. Im Jahre 1917 hat Deutsch Versuche mit Röntgenbestrahlung angestellt. Er bestrahlte eine Gesamtdosis von über 200 X und erzielte eine rasche Abnahme der Milzgröße, in sieben von zehn Fällen chronischer Malaria eine Heilung, die möglicherweise der Therapie zugeschrieben werden kann. Deutsch bemerkt hierzu, daß die Resultate nicht den theoretischen Voraussetzungen entsprechen, die an eine ideale Röntgenwirkung geknüpft werden: „Es gelingt durch die Milzbestrahlung gelegentlich, chronisch Malariakranke zu heilen; was die Therapie bei akuter Malaria leisten kann, entzieht sich noch der Beurteilung.“ Ziemann nimmt in seiner Monographie über die Malaria folgendermaßen zur Frage der Röntgentherapie Stellung: „Da es in den letzten Jahren immer stiller von der Röntgentherapie bei der Malaria geworden zu sein scheint, müßten die Versuche höchstens von einer neuen Grund-

lage aus erneuert werden." Ad. Schmidt teilt in einer Vereinssitzung der Ärzte in Halle mit, daß er glaube, durch die Bestrahlung der Milz in hartnäckigen Fällen von spontan rezidivierender Malaria eine Verminderung der Rezidive erreicht zu haben, aber nur bei Kombination der Bestrahlung mit Chinindarreichung. May glaubt sogar, vor der Anwendung der Röntgenstrahlen wie auch vor Verwendung des Salvarsans warnen zu müssen, da er annimmt, mit seiner oben geschilderten Methode hinreichend gute Resultate erzielen zu können. Zu allen diesen Veröffentlichungen ist zu bemerken, daß sich bei ihnen die Therapie auf die Bestrahlung der Milz beschränkt, entsprechend der heute nicht mehr gültigen Anschauung, daß die Milz als einziges oder jedenfalls wichtigstes Organ für die Beherbergung der Parasiten in Frage kommt und daher Gegenstand der Therapie sein muß. Besonders hat Zuelzer die Aufmerksamkeit neben der Milz auf die Leber gerichtet, sowohl in klinischer wie diagnostischer als auch therapeutischer Hinsicht. Auf die diagnostische Seite ist oben schon eingegangen worden sowie auf die daraus abgeleiteten Schlüsse für die Chininbehandlung; die Nutzanwendung dieser klinischen Erfahrungen speziell für die Röntgentherapie ist gegeben. Um die chronische Malaria wirksam zu beeinflussen, müssen die Röntgenstrahlen, wenn wir überhaupt eine Wirkung von ihnen erhoffen, auf die beiden hauptsächlich beteiligten Organe, die Milz und die Leber, angewandt werden. Reinhard hat ebenfalls in Fällen von chronischer Malaria gelegentlich beide Organe, Leber und Milz, bestrahlt und auch zweifellos günstige Resultate erzielt, doch steht er den Erfolgen äußerst skeptisch gegenüber, da sich sein Hauptaugenmerk auf die Bestrahlung der Milz allein bei akuter Malaria konzentriert und er beim völligen Versagen der Therapie in diesen Fällen nicht an einen Erfolg bei der anderen Anwendungsweise glauben möchte.

Zur Technik der Röngenbestrahlungen ist kurz zu bemerken: Verwandt wurden Siedekühlröhren mit 10—12 Wehnelthärtegraden; das Filter war ein 3-mm-Aluminiumfilter. Die Gesamtdosis einer Serie betrug 450 F (gemessen mit dem Fürstenauschen Intensimeter), die auf jede Stelle in Teildosen zu dreimal 150 F in Abständen von 4—8 Tagen (oft infolge äußerer Umstände in viel größeren Abständen) appliziert wurden. Die Bestrahlung der Leber und Milz erfolgte teils vom Abdomen, teils vom Rücken her. Was die Gesamtzahl der Bestrahlungen anlangt, so läßt sich hierüber nichts Allgemeingültiges sagen, da sich die Behandlung des einzelnen Falles nach der Hautempfindlichkeit gegen Röntgenstrahlen, nach der Allgemeinverträglichkeit sowie nach der Häufigkeit der Rezidive richten muß. Unter die Anzahl von sechs Bestrahlungen wurde in der Regel nicht heruntergegangen, hingegen wurden oft 10—14 und mehr ausgeführt. Bezüglich der Folge der Bestrahlungsserien scheint es angebracht, einen be-

stimmten Turnus einzuhalten, die Serien in Abständen von etwa drei Wochen sich folgen zu lassen (was leider infolge von Materialschwierigkeiten nicht immer möglich war, so daß oft übermäßig lange Pausen entstanden) und es empfiehlt sich nicht, nach einigen Bestrahlungen die Therapie auszusetzen und event. abzuwarten, ob wieder ein Anfall auftritt. Maßgebend ist natürlich auch das jeweilige Befinden der Patienten nach der einzelnen Bestrahlung.

Eine Kontrolle für die therapeutischen Erfolge gibt auch hier die fortlaufende Beobachtung der Leber- und Milzgröße; ein durch Vergrößerung sich ankündigender Anfall veranlaßt unter Umständen die Vorverlegung eines Bestrahlungstermins; dauerndes Kleinbleiben beider Organe läßt den günstigen therapeutischen Erfolg erkennen. Die Größenverhältnisse sind dafür bestimmend, in welchem Umfange die Behandlung fortgesetzt werden soll.

Teils weil die Kranken schon zu viel Chinin bekommen hatten, teils um die reine Wirkung der Röntgentherapie studieren zu können, wurde das Chinin während der Bestrahlung im allgemeinen fortgelassen; traten während der Behandlung schwerere Rückfälle auf, so wurde gelegentlich das Chinin zur Bekämpfung des einzelnen Anfalls verwandt. Was die Art der mit Röntgenbestrahlung behandelten Fälle anlangt, so wurden ohne Unterschied Tertiana, Tropica und Mischformen der Malaria in gleicher Weise der Strahlenbehandlung unterzogen.

Im folgenden sei eine kleine Auswahl aus den im ganzen 65 Krankengeschichten wiedergegeben, die ein Bild von dem Wert der Therapie geben sollen.

Armierungssoldat S. kommt nach Überstehen von 32 Anfällen von Malaria tropica am 6. VI. 1917 zur Aufnahme. Regelmäßige systematische Chinindarreichung vermag das Auftreten neuer Anfälle nicht zu verhindern. Es treten einzelne Anfälle oder Reihen von 3—4 Anfällen auf am 20. VI., 7. VII., 19. VII., 27. VII., 10. VIII. Am 29. VII. wurde Chinin abgesetzt, am 16. VIII. erstmalig Milz und Leber mit Röntgenstrahlen bestrahlt. Vom 29. VIII. bis 2. IX. nochmals vier schwere Anfälle mit Temperatursteigerung auf 41 Grad. Am 20. IX. zweite Bestrahlung, die folgenden am 6., 20., 30. X., 9. und 23. XI., 7. XII. usf. bis zur 14. Bestrahlung am 22. VI. 18. Während der ganzen Zeit kein ausgesprochener Anfall, nur zweimal geringe Temperatursteigerungen auf 38 bzw. 38,5 Grad. Chinin war nur noch ganz gelegentlich gegeben worden, zuletzt Anfang Oktober. Die Kontrolle der Leber- und Milzgröße ergab in den letzten Monaten dauernd normale Werte, während vorher bei jedem Anfall die typischen Schwankungen zu verzeichnen gewesen waren. Patient wurde Ende Juni 1918 geheilt entlassen und hat nach Mitteilung bis heute (Anfang Februar) keinen Rückfall gehabt.

Musketier A. Aufnahme am 6. VI. 1917 nach 22 Anfällen von Malaria tropica. Trotz intensiver Chininbehandlung treten einzelne und Reihen von Anfällen auf: Ende Juni, Ende Juli, Anfang August. Röntgenbestrahlungen am 10. VIII.,

1. IX., 20. IX., 1. XI., 10. XI. usf. bis im ganzen 13 Bestrahlungen. Zwischen erster und zweiter, sowie zwischen zweiter und dritter Bestrahlung zwei, bzw. ein Anfall, dieser letzte am 17. IX. Seither, also über 17 Monate, ist kein Rückfall aufgetreten.

Musketier St. Aufnahme nach 46 Anfällen von Malaria tropica am 6. VI. 1917. Trotz reichlicher Chinindarreichung regelmäßige Wiederkehr der Anfälle etwa alle 14 Tage. Anfang August Beginn der Behandlung mit Röntgenbestrahlung. Zwischen erster und zweiter Bestrahlung tritt ein Anfall auf, zwischen dritter und vierter Bestrahlung, die aus äußeren Gründen $2^1/_2$ Monate auseinanderlagen, treten nochmals zwei Anfälle auf. Im weiteren Verlauf werden keine neuen Anfälle mehr beobachtet. Patient ist nach Entlassung bis heute, also über 14 Monate, anfallsfrei geblieben.

Jäger R. Aufnahme nach 13 Anfällen von Malaria tropica im Dezember 1917. Am 24. XII. Beginn der Bestrahlungstherapie. Zwischen erster und zweiter sowie dritter und vierter Bestrahlung drei, bzw. vier Anfälle, dann Anfallsfreiheit bis zur sechsten Bestrahlung, aber während der ganzen Zeit gelegentlich positiver Blutbefund, daher auch jetzt nochmals drei Anfälle. Die Therapie wurde dennoch weiter fortgesetzt, und zwar noch drei Monate hindurch, mit dem Erfolg, daß während dieser Zeit kein neuer Anfall auftrat und Leber- und Milzgröße dauernd normal blieb. Patient wurde Anfang Juni 1918 nach der elften Bestrahlung entlassen; er ist bis heute, also über elf Monate, anfallsfrei geblieben.

Infanterist M. Aufnahme Oktober 1917 nach 17 Anfällen von Malaria tertiana. Während zweier Monate unter Behandlung mit Chinin per os, intravenösen Injektionen von Chininurethan, Darreichung von Methylenblau keine Beeinflussung der ungemein häufigen Anfälle. Mitte Dezember Beginn der Röntgentherapie mit dem Erfolg, daß in den folgenden vier Wochen die Anfälle gänzlich fortblieben. Leider konnte der anscheinend auf die Röntgenbehandlung besonders günstig reagierende Fall nicht weiter verfolgt werden, da Patient das Lazarett verließ.

Sergeant M. kommt nach 16 Anfällen von Malaria tropica am 6. II. 1918 zur Aufnahme. Unter Chininbehandlung treten am 22. II., 5. IV. und 6. IV. neue Anfälle auf. Die Milz überragt perkutorisch die mittlere Axillarlinie, die Leber ist vergrößert (in der Maxillarlinie exspiratorisch zwischen 6 und 8 cm anstatt normal 4,5 bis 5 cm, bei tiefem Inspirium mit gleichzeitiger Aufblähung des Leibes zwischen 12 und 14 cm anstatt normal 8 cm), Bestrahlungstherapie wird am 8. IV. eingeleitet. Weitere Bestrahlungen am 11. IV., 19. IV., 16. V., 13. VI. usf. bis im ganzen neun Bestrahlungen. Am 17. IV. war noch ein Anfall — der letzte — aufgetreten. Seitdem war Patient dauernd völlig fieberfrei; der Blutbefund war dauernd negativ, die Leber- und Milzgrößenverhältnisse völlig normal. Patient kam im August zur Entlassung zum Ersatztruppenteil.

Wesentlich schwerer war folgender Fall zu beeinflussen: Landsturmmann B. kommt am 20. XI. 1917 nach angeblich nur drei Anfällen von Malaria tropica und tertiana zur Aufnahme. Im Lazarett bekommt er trotz Chinin- und Methylenblaumedikation innerhalb von drei Wochen acht Anfälle. Während der folgenden Bestrahlungstherapie treten elf weitere Anfälle auf, der letzte nach der sechsten Bestrahlung am 12. III. Die Bestrahlungen werden regelmäßig fortgesetzt mit dem Erfolg, daß kein weiterer Anfall mehr auftrat, Blutbild, Milz und Leber stets normal blieben. Patient wurde nach der 14. Bestrahlung nach über dreimonatiger Anfallsfreiheit entlassen und ist nach Mitteilung bis heute, also elf Monate lang, nicht rückfällig geworden.

Mit den angeführten Fällen wurden im ganzen über 65 Kranke mit Röntgenbestrahlung behandelt. Durch die Ungunst der Verhältnisse konnte aber bei vielen Fällen die Bestrahlung nur unsystematisch durchgeführt werden, so daß ein einheitliches Urteil nicht abgegeben werden kann. Die militärischen Verhältnisse machten es oft erforderlich, daß die Kranken zur Truppe entlassen werden mußten, ohne daß sie hinreichend lange anfallsfrei gewesen wären, oder daß sie aus irgendwelchen Gründen in ein anderes, z. B. ihr Heimatlazarett verlegt werden mußten, bevor die Behandlung abgeschlossen war. Ferner gestatteten es die äußeren Verhältnisse nur selten, das Schicksal der entlassenen Patienten zu verfolgen und festzustellen, wie lange die therapeutischen Erfolge angehalten haben und ob sie als endgültige Heilung aufzufassen waren. Dazu kamen während der Behandlung selbst die Schwierigkeiten mit der Röntgenapparatur; eingetretene Defekte, deren Reparatur oft wochenlang dauerte, machten oft lange Behandlungspausen notwendig oder hatten zur Folge, daß die Kranken anderweitig behandelt werden mußten.

Zusammenfassend kann gesagt werden: In fünf schweren Fällen von chronischer Malaria, die jeder anderen Behandlungsweise getrotzt hatten, wurde allein durch die Röntgenbestrahlung der Leber und Milz eine vollkommene Heilung erzielt, die sich durch eine Anfallsfreiheit von vorläufig 10—17 Monaten und im Normalwerden und -bleiben der Größenverhältnisse der beiden Organe erwiesen hat. Bei vielen anderen Fällen, die entweder nicht lange genug beobachtet werden konnten, daß von sicherer Heilung zu sprechen war, oder die als ungeheilt zu bezeichnen waren, war das Befinden während der Bestrahlungstherapie ganz bedeutend gebessert. Sie blieben mehr oder minder lange anfallsfrei, ohne daß sie Chinin einzunehmen brauchten. Schon darin liegt ein großer therapeutischer Erfolg, da die Chininüberfütterung ein großer Mißstand der bisherigen Therapie war. Vollkommene Versager insofern, als die Zahl der Anfälle durch die Bestrahlung gar nicht beeinflußt wurde, sind nur ganz selten beobachtet worden. Hier sei als ein Beispiel der Fall des Jägers P. angeführt, bei dem während der Bestrahlung die Anfälle nicht aufhörten. Trotz zehn Bestrahlungen traten in fast unveränderten Zwischenräumen regelmäßig Rezidive auf. Die Röntgentherapie wurde abgebrochen und der Versuch mit Allgemeinbestrahlungen mit künstlicher Höhensonne gemacht. Während dieser Behandlung kam die Krankheit zum Stillstand (mit dem 61. als letzten Anfall!). Epikritisch läßt sich über den Einfluß der angewandten Therapie nichts Sicheres sagen. Um den günstigen Einfluß der Röntgentherapie zu erkennen, sind häufig 5—6 Bestrahlungen notwendig, da die ersten oft noch keine Erfolge zeigen. Die Dosierung der Strahlen muß natürlich so sein, daß Schädigungen mit Sicherheit vermieden werden. Röntgenschädigungen an

Leber und Milz, wie sie Heineke auf Grund experimenteller Untersuchungen ausführlich geschildert hat, müssen ausgeschlossen werden und sind auch bei der angegebenen Anwendungsweise nicht zu befürchten. Deutsch führt einen Fall von Schwarzwasserfieber auf eine vorausgegangene Röntgenbestrahlung der Milz bei Malaria zurück; etwas Ähnliches ist trotz der großen Anzahl der Bestrahlungen niemals beobachtet worden. Anfänglich traten bisweilen nach der Bestrahlung geringe Magen- und Darmstörungen, Schmerzen im Leib, Brechneigung, Übelkeit auf; durch sorgfältiges Abdecken des Leibes und exakte Beschränkung der Bestrahlung auf Leber und Milz sowie unter Umständen durch Atropingaben konnten späterhin auch diese geringen Beschwerden fast immer vermieden werden.

Literatur.

Celli, Die Malaria nach den neuesten Forschungen. 2. deutsche Auflage 1913. — Schilling, Tropenkrankheiten in „Spezielle Pathologie und Therapie innerer Krankheiten", herausgegeben von Kraus und Brugsch 1914. — Ziemann, Die Malaria in Henses Handbuch der Tropenkrankheiten, 2. Auflage 1917. — Biedl, Wien. kl. Woch. 1917, Nr. 14—17. — Derselbe, Wien. med. Woch. 1919, Nr. 9. — Blumenthal, Berl. kl. Woch. 1917, Nr. 32, S. 780. — Boehme, Dt. med. Woch. 1919, Nr. 6. — Demarchi, Ref. im Zbl. f. i. Med. 1906, Nr. 45. — Deutsch, Wien. kl. Woch. 1917, Nr. 7, und 1918, Nr. 29. — Eugling, Wien. kl. Woch. 1918, Nr. 51. — Heineke, Mün. med. Woch. 1903, Nr. 48, und 1913, Nr. 48. — Jancso, Atti della soc. stud. di Malaria 1908, Vol. 9. — Krause, Fortschr. d. Röntg. 8. — Maragliano, Semaine med. 1906, Nr. 13. — May, Mün. med. Woch. 1918, Nr. 38. — Meyer, Mitt. a. d. Gr. 18. — Morgenroth u. Tugendreich, Berl. kl. Woch. 1916, Nr. 29. — Nocht, Wien. med. Woch. 1919, Nr. 9. — Plehn, Dt. med. Woch. 1918, Nr. 46 und 47. — Derselbe, Mün. med. Woch. 1919, Nr. 7. — Pollitzer, Mün. med. Woch. 1914, Nr. 1. — Quénu u. Dégrais, Bull. et Mém. de la Soc. de Chirurgie de Paris, Vol. 39, Nr. 34. — Reinhard, Mün. med. Woch. 1917, Nr. 37. — Derselbe, Med. Kl. 1918, Nr. 25. — Seyfarth, Berl. kl. Woch. 1918, Nr. 39. — Derselbe, Mün. med. Woch. 1918, Nr. 17. — Schmidt, Verein der Ärzte in Halle, ref. in Mün. med. Woch. 1917, Nr. 35. — Zuelzer, Dt. med. Woch. 1917, Nr. 48.

Aus der Strahlenforschungsstelle der Reiniger, Gebbert & Schall-A.-G.

Über biologische Strahlenwirkung.

Von

Dr. Th. Christen.

(Mit 5 Abbildungen.)

Betrachten wir die biologischen Strahlenwirkungen zunächst vom Standpunkte des Physikers, so müssen wir uns darüber klar sein, daß jede Wirkung gleichbedeutend ist mit einer Energietransformation.

Im statischen System, wo die Kräfte sich gegenseitig das Gleichgewicht halten, finden keine Energietransformationen statt. Die Kräfte

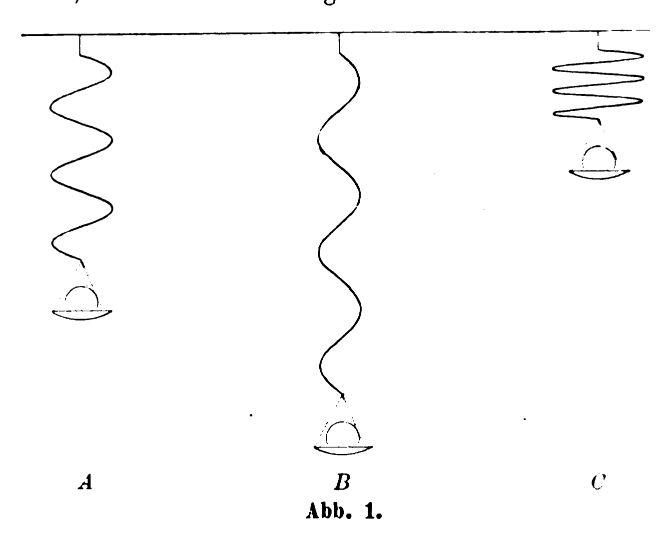


Abb. 1.

haben keine Wirkung. Sobald aber eine Kraft in Wirkung tritt, findet auch unvermeidlich eine Energietransformation statt.

Die Wirkung der Kraft beruht eben in der Transformation einer Energieform in eine andere.

Um dieses Verhältnis zu veranschaulichen, werfen wir einen Blick auf die Jollysche Wage (Abb. 1). Sie besteht aus einer senkrecht hängenden Metallfeder, die am unteren Ende eine Wagschale trägt. In der Wagschale liegt ein Gewicht, und dieses Gewicht spannt die Feder: wenn Federspannung und Gewicht sich das Gleichgewicht halten, so kann

man mit Hilfe eines Zeigers die Größe des Gewichtes ablesen. In diesem Fall befindet sich die Jollysche Wage in einem statischen Zustand. Die Federkraft und die Schwerkraft halten sich das Gleichgewicht. Eine Wirkung hat keine der beiden Kräfte (Abb. 1 *A*).

Anders verhalten sich die Dinge, wenn man durch einen Stoß die Jollysche Wage in senkrecht auf- und abschwingende Bewegung, also in einen dynamischen Zustand versetzt. Befindet sich die Wagschale in einer Bewegung von unten nach oben, dann wirkt die Federkraft der Schwerkraft entgegen. Es verschwindet potentielle elastische Energie der Feder und es entsteht zuerst kinetische Energie (Energie der Bewegung, Wucht) und dann potentielle Energie der Lage gegenüber der Schwerkraft (Hochstand des Gewichtes, Abb. 1 *C*). Umgekehrt, wenn sich die Wagschale nach unten bewegt (Tiefstand des Gewichtes, Abb. 1 *B*). Im ersten Falle wirkt die Federkraft nach oben, im zweiten Falle die Schwerkraft nach unten.

Ziehen wir die Nutzanwendung auf die Strahlenwirkung, so müssen wir vor allem wissen, in welche Energieformen die Energie einer Strahlung übergeht. Eine Transformation strahlender Energie findet nur da statt, wo die Strahlung absorbiert wird. Bei diesem Vorgang der Absorption entsteht eine Reihe neuer Energieformen: Wärme, Fluoreszenz, Betastrahlen und chemische Energie. Bevor wir auf die einzelnen Energieformen eingehen, müssen wir die Strahlenwirkungen in zwei Gruppen teilen: Lokalwirkung und Allgemeinwirkung.

A. Lokalwirkung.

Die biologischen Wirkungen absorbierter Strahlen werden am besten verständlich, wenn wir uns an das Arndtsche „biologische Grundgesetz" halten, welches lautet: Schwache Reize fördern die Lebenstätigkeit, starke hemmen sie und sehr starke heben sie auf. Stellen wir dieses Gesetz graphisch dar, so erhalten wir die in Abb. 2 dargestellte parabel- oder hyperbelähnliche Kurve. Die soll folgendes besagen: Ist die verabfolgte Dosis Null, so ist auch die Wirkung Null. Ist die Dosis klein (entsprechend Stelle *A*), dann hat die Wirkung einen positiven, also nach oben gerichteten Wert. Wenden wir hohe Dosen an (entsprechend Stelle *B* in Abb. 2), so kehrt sich die Wirkung um, und diese umgekehrte Wirkung wächst von da an unbegrenzt nach der negativen Seite. Bekannt sind die pharmakologischen Beispiele von den narkotischen Mitteln, die in kleinen Dosen anregen und in großen Dosen lähmen, oder vom Atropin, das in kleinsten Dosen die Pupille verengert, in größeren Dosen die Pupille erweitert usf.

Eine interessante Nutzanwendung dieses Gesetzes ist der bekannte

homöopathische Wahn, wonach ein Heilmittel um so wirksamer sein soll, je mehr man es verdünnt. Dieser Satz ist zweifellos richtig zwischen den Stellen A und C in Abb. 2. Man sieht, daß die Dosis A eine bestimmte Wirkung hat, die tatsächlich mit Vergrößerung der Dosis bis zur Stelle C abnimmt. Es ist aber falsch, aus dieser Beobachtung über das Gebiet AC hinaus Schlüsse zu ziehen, da die Kurve bei A ein Maximum hat und nach links, also bei noch kleineren Dosen, absinkt. Dieser Denkfehler der Homöopathen ist eine allgemein verbreitete menschliche Schwäche. Die meisten Menschen können nur in geraden Linien denken. Wenn sie sich aber daran gewöhnen wollten, nötigenfalls auch in Parabeln oder Hyperbeln zu denken, so würden diese Trugschlüsse vermieden.

In der Strahlenbiologie finden wir eine ganze Reihe von Beispielen zum Arndtschen Gesetz. Denken wir z. B. an die Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Karzinomzellen, so wissen wir, daß bei geringen Dosen eine Reizwirkung erreicht wird. Diese Dosis entspricht wiederum der Stelle A in Abb. 2. Wir wissen weiter, daß die Karzinomzelle durch größere Strahlenmengen in der Entwicklung gehemmt und schließlich zum Absterben gebracht wird. Diese Dosen entsprechen dem rechts davon liegenden Gebiet (B in Abb. 2).

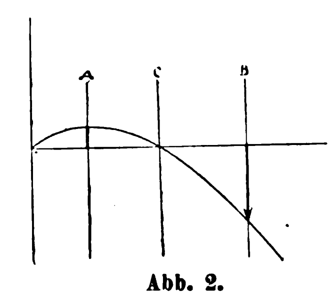


Abb. 2.

Die gleiche Beobachtung machen wir bei der Einwirkung des ultravioletten Lichtes auf das Epithel: kleine Dosen von Quecksilberlicht bewirken rasche Überhäutung granulierender Wunden; größere Mengen zerstören die neu gebildeten Epithelränder.

Um die Wirkungen von Strahlen verschiedener Natur genauer ins Auge zu fassen, müssen wir zunächst die verschiedenen Arten von Strahlen auseinander halten, und zwar einerseits das optische Licht und andererseits das Röntgenlicht.

a) Optisches Licht. Das optische Licht unterscheidet sich vom Röntgenlicht dadurch, daß die Tiefenwirkung ganz außerordentlich viel geringer ist als beim Röntgenlicht. Wir gebrauchen bekanntlich als Maß für die Durchdringungsfähigkeit einer Strahlung in einem gegebenen absorbierenden Körper ihre Halbwertschicht, d. h. diejenige Dicke der absorbierenden Schicht, welche von der Strahlung gerade die Hälfte absorbiert. Messungen über die Durchdringungsfähigkeit verschiedener Lichtarten gegenüber der Haut sind zuerst von Hasselbalch[1]) ausgeführt

---

[1]) Skand. Arch. f. Physiol. 25 (1911), S. 55 und Strahlentherapie 42 (1913), S. 403.

und veröffentlicht worden. Hasselbalch hat diese Untersuchungen für einzelne Linien des Quecksilberspektrums durchgeführt. Sie reichen von Blau bis weit ins Ultraviolett hinein. Nach der Seite der langwelligen, farbigen Strahlen sind die Untersuchungen bei uns vervollständigt worden durch die Arbeiten von Glitscher[1]).

Die gesamten Ergebnisse sind in beifolgender Tabelle zusammengestellt. In der ersten Spalte sind die einzelnen Farben aufgeführt. Die dazugehörigen Wellenlängen sind in der zweiten Spalte enthalten, während die dritte Spalte die Halbwertschichten[2]) in der Haut zeigt. In der vierten und fünften Spalte stehen die Zahlen, die angeben, auf welchen Betrag jede einzelne Farbe durch Hautschichten von 0,1 und 0,2 mm geschwächt wird.

Strahlengattung	Wellenlänge	Halbwertschicht in der Epidermis	Schwächung durch Absorption	
			in 0,1 mm Epidermis auf	in 0,2 mm Epidermis auf
Rot	650	154	65%	42%
Orange	620	146	62%	38%
Grün	520	137	60%	36%
Blau	450	129	58%	33%
Violett	436	131	59%	35%
„	405	116	55%	30%
Lavendelgrau	366	97	49%	24%
„	334	80	42%	18%
Ultraviolett I	313	58	30%	9%
„	302	27	8%	0,65%
„	297	18	2%	0,04%
Ultraviolett II	289 und weniger	7½ und weniger	0,01% und weniger	0,000 001% und weniger

Man sieht zunächst aus Spalte 3, daß die Durchdringungsfähigkeit des optischen Lichtes gegenüber der Haut sehr gering ist. Die Halbwertschicht beträgt bei den langwelligen Lichtstrahlen nicht einmal ½ mm. Sie nimmt dann gegen das kurzwellige Ende des Spektrums noch weiter ab, allerdings ziemlich langsam. Diese Abnahme wird aber sehr stark, sobald wir in das ultraviolette Gebiet eindringen. Die nämliche Beobachtung läßt sich aus der vierten und fünften Spalte ablesen.

Es ist nun sehr auffällig, daß das ultraviolette Licht, das doch gerade besonders wenig in die tieferen Teile der Haut eindringt, diese tieferen

[1]) Strahlentherapie 9 (1918), S. 258.

[2]) Bei diesen Messungen sind die Streustrahlen vollkommen ausgeschaltet worden. Man darf also aus den hier gegebenen Zahlen nicht ohne weiteres auf die Tiefenwirkung schließen, sondern muß bei solchen Schlüssen noch die auf der Streustrahlung beruhende Zusatzdosis mit berücksichtigen. Die Tiefenwirkung wird also größer sein, als sie aus den hier angegebenen Zahlen erscheint.

Teile, speziell die Grenze zwischen Stratum germinativum und Stratum lucidum, besonders stark schädigt. Noch auffälliger ist es, daß die in den oberen Schichten am stärksten absorbierten Strahlen des Ultraviolett II[1] noch viel stärker reizend wirken als das Ultraviolett I, obgleich von ihnen fast gar nichts mehr durch die Oberschicht dringt.

In der Hauptsache geschieht jedenfalls die Absorption der ultravioletten Strahlen im Stratum corneum, während ihre biologische Wirkung erst in der darunterliegenden Gewebeschicht stattfindet.

Tappeiner und andere haben versucht, diese auffallende Tatsache dadurch zu erklären, daß die im Stratum corneum entstehenden Fluoreszenzstrahlen an der Wirkung beteiligt sein könnten[2]. Es scheint nämlich tatsächlich nachgewiesen zu sein, daß das Stratum germinativum fluoresziert, d. h. daß es unter der Wirkung der kurzwelligen ultravioletten Strahlen farbige Strahlen von größerer Wellenlänge aussendet.

Dabei ist man allerdings bald zu der Einsicht gekommen, daß wahrscheinlich diese Fluoreszenzstrahlen nicht das wirksame Prinzip sind, und es läßt sich auch leicht einsehen, warum sie es nicht sein können: von den absorbierten ultravioletten Strahlen wird ja nur ein beschränkter Prozentsatz in Fluoreszenzstrahlen umgesetzt, also in Strahlen größerer Wellenlänge. Strahlen größerer Wellenlänge gelangen aber in erheblichen Mengen ja schon direkt in die tieferen Schichten, da deren Durchdringungsfähigkeit gegenüber der oberen Hautschicht weit größer ist als die der ultravioletten. Wie ließe sich nun verstehen, daß die in geringerer Menge auf dem Umweg über Fluoreszenz entstehenden farbigen Strahlen so viel heftiger wirken sollten als die direkt aus der Strahlenquelle an die Stelle der Wirkung gelangenden farbigen Strahlen, deren Intensität an und für sich schon größer ist?

Ein Licht fällt auf die zur Erörterung stehende Frage, wenn wir uns daran erinnern, daß überall da, wo Fluoreszenz auftritt, auch Betastrahlen entstehen. Und von den Betastrahlen wissen wir, daß sie nichts anderes sind als rasch bewegte Elektronen, die auf ihrem Wege chemische Moleküle zertrümmern und dadurch ihre Bewegungsenergie in chemische Energie umsetzen.

Die Entstehung von Betastrahlen unter der Wirkung des Lichtes, und zwar vornehmlich des kurzwelligen Lichtes, läßt sich sehr anschaulich mit Hilfe einer sogen. Photozelle (Abb. 3) nachweisen. Die Photozelle ist eine kleine Glaskugel, deren Inneres mit einem auf geeignete Verdünnung gebrachten Gas gefüllt ist. Außerdem führen in das Innere der

[1]) Strahlen von 290 μ abwärts, die im Sonnenlicht nicht mehr enthalten sind.

[2]) Vgl. Freund, Grundriß der gesamten Radiotherapie, 1903, S. 406, und Jesionek, Biologie der gesunden und kranken Haut, 1916, S. 86.

Photozelle zwei Elektroden. Die eine Elektrode ist ein kreisförmig gebogener Draht, die andere Elektrode ist ein auf dem Glas angebrachter dünner Belag eines geeigneten Metalls, z. B. Kalium (in der Abbildung durch Verstärkung der Kontur angedeutet). Verbindet man nun die kreisförmige Elektrode mit dem positiven Pol und die Metallbelagelektrode mit dem negativen Pol einer Elektrizitätsquelle von niedriger Spannung und schaltet in diesen Stromkreis ein Galvanometer ein, so tritt zunächst gar kein Strom auf, weil bei dieser niedrigen Spannung der Widerstand des verdünnten Gases in der Photozelle unüberwindlich ist.

Nun wissen wir aber, daß der Elektrizitätstransport im Vakuum durch Elektronen (auch Kathodenstrahlen oder Betastrahlen genannt) besorgt wird. Bestrahlen wir den negativen Pol der Photozelle, d. h. den Metallbelag, mit Licht und ist unsere Voraussetzung richtig, daß bei Absorption des Lichtes im Metallbelag Betastrahlen entstehen, so muß durch diese Betastrahlen die negative Elektrizität von dem Metallbelag zu der Kathode übergehen und es muß am Galvanometer ein Ausschlag auftreten. Dies ist tatsächlich der Fall, wie folgender Versuch[1]) zeigt:

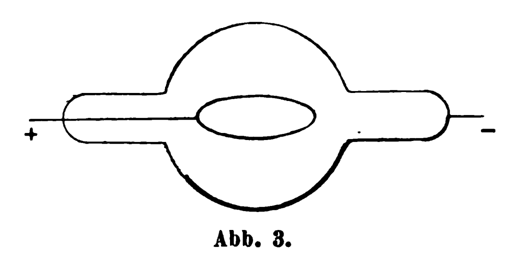


Abb. 3.

Wir bestrahlen die Photozelle mit einer reinen Rotlichtquelle (Neonlampe). Das Galvanometer gibt einen kleinen Ausschlag. Wir bestrahlen ferner die Photozelle mit einer reinen Weißlichtquelle und stellen fest, daß das Galvanometer einen merklich größeren Ausschlag gibt. Wir bestrahlen endlich die Photozelle mit der Quarzlampe, deren Licht sehr viel Ultraviolettlicht enthält, und sehen, daß die Nadel des Galvanometers sofort über die ganze Skala hinausläuft. Damit ist bewiesen, daß bei Absorption von Licht in geeigneten Körpern Betastrahlen entstehen und daß die Menge der entstehenden Betastrahlen um so größer wird, je kurzwelliger das Licht ist.

Jetzt sind wir der Erklärung der Ultraviolettwirkung schon näher gerückt: wir wissen, daß die kurzwelligen Strahlen im Stratum corneum Fluoreszenz auslösen. Wir wissen ferner, daß mit Eintritt von Fluoreszenz auch Betastrahlen auftreten. Da endlich Betastrahlen auf ihrem Weg durch die Körper chemische Veränderungen hervorrufen, müssen wir annehmen, daß am Ort ihrer Absorption ganz bestimmte chemische Veränderungen vor sich gehen, wobei Körper entstehen, die wahrscheinlich toxische Wirkungen ausüben.

[1]) Bei diesem Versuch muß die Intensität der drei Lichtquellen schätzungsweise von gleicher Größe sein. Man wählt am besten 1. eine Neonlampe der Studiengesellschaft für elektrische Leuchtröhren, 2. eine 500-Watt-Lampe und 3. eine Quarzlampe (sog. „künstliche Höhensonne").

Bekannt ist bei der Strahlenwirkung die Erscheinung der Latenz. d. h. zwischen der Einwirkung der Strahlen und dem Eintritt der reaktiven Entzündung vergeht eine bestimmte Zeit. Es liegt sehr nahe, anzunehmen, daß diese Zeit notwendig ist, damit die im Stratum corneum entstehenden Toxine nach der Tiefe diffundieren.

Wir haben verschiedene Versuche angestellt, um die Wahrscheinlichkeit dieses Vorganges zu erhärten. Es sind uns bis jetzt nur zwei geglückt, die unsere Vermutung allerdings auch nur mit einem gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit bewiesen haben. Wenn man nämlich vor dem Versuch die Haut durch einen feuchten Verband auflockert, also die Diffusion begünstigt, so tritt die Lichtreaktion etwas stärker auf. Wenn man dagegen eine belichtete Hautstelle anschließend an die Belichtung diathermiert, also eine intensive Durchblutung und damit eine raschere Abführung der nach der Tiefe diffundierten Toxine veranlaßt, so tritt die Reaktion weniger stark auf. Weitere Untersuchungen über diese interessante Frage sind im Gange.

Die bekannteste und therapeutisch wirksamste Strahlenquelle ist die Sonne. Es ist in den letzten Jahren viel Erfreuliches über Heliotherapie veröffentlicht worden. Erinnert sei hier nur kurz daran, daß auch die Sonnenwirkung dem Arndtschen Gesetz folgt: sie ist belebend in kleinen, ermüdend in großen Dosen.

Weit höher dosierbar ist das diffuse Tageslicht. Ich glaube, es wird in unserem therapeutischen Denken der Tatsache noch zu wenig Rechnung getragen, daß der Mensch sicherlich in seiner Geschichte jahrtausendelang nackt am diffusen Tageslicht gelebt und daß deshalb die menschliche Haut auf diesen klimatischen Faktor physiologisch eingestellt ist. Es ist durchaus wahrscheinlich, daß manche Funktionen der Haut, die wir zum Teil noch gar nicht kennen, durch den Lichtabschluß und auch durch den Luftabschluß unter der Kleiderhülle leiden.

Man muß sich dieser Verhältnisse bewußt sein, wenn man die vorzüglichen Erfolge beurteilen will, die Bernhard und Rollier mit der Sonnenbehandlung im Hochgebirge erzielen. Denn die Kranken liegen dort bei schönem Wetter stundenlang nackt in der Sonne oder am diffusen Tageslicht. Auch nach der Heilung bleiben sie noch lange im Hochgebirge. Die Kinder werden unterrichtet, und zwar wenn irgend möglich im Freien in Schwimmhose. Kinder sowohl wie Erwachsene verrichten während der guten Jahreszeit Garten- und Feldarbeit, ebenfalls in Schwimmhose. Im Winter wird Sport getrieben, wobei nichts getragen wird als Schwimmhose, Wollsocken und Schuhe. Der gleichzeitige Reiz des sehr intensiven Sonnenlichtes und der kalten Winterluft auf die Haut ist sicher die hauptsächlich wirksame Kombination von klimatischen Faktoren.

Ein neues Licht auf diesen Zusammenhang wurde durch die Untersuchungen der Immunitätsvorgänge in der Haut geworfen. Ich verweise auf die Arbeiten von Bloch[1]) (damals in Basel, jetzt in Zürich), der nachgewiesen hat, daß bei der Trichophytie die Bildung der Immunkörper in der Haut stattfindet. Bei wiederholten Infektionen mit Trichophytie spielen sich die Vorgänge ab wie folgt: Auf die erste Infektion antwortet die Haut träge, weil sie auf den neuen Reiz noch gar nicht eingestellt ist, und die Krankheitserreger vermehren sich deshalb rasch. Bei einer späteren neuen Infektion reagiert die Haut kräftig und die eingedrungenen Keime werden viel rascher abgetötet. In einem noch späteren Stadium ist die Reaktionsfähigkeit der Haut so vollkommen, daß eine wesentliche Vermehrung der Krankheitserreger überhaupt nicht mehr stattfindet.

Ähnlich liegen die Dinge bei der Lues. Auch hier ist die Haut zunächst nicht imstande, kräftig auf die eingedrungenen Spirochäten zu reagieren. Es entsteht daher der schmerzlose harte Primäraffekt, der in keiner Weise imstande ist, die eingedrungenen Krankheitserreger aufzuhalten, denn schon bei bestehendem Primäraffekt sind die Spirochäten in den Organismus eingedrungen. Es folgt das zweite Stadium der Haut- und Schleimhauterkrankung. Jetzt antworten Haut und Schleimhaut schon viel energischer auf die hierher verschleppten Spirochäten. Noch heftiger ist die Reaktion im dritten Stadium, wo an Stelle neuentstandener Spirochätenkolonien rasch zerfallende gummöse Geschwüre auftreten. Daß hier die Reaktion kräftiger ist, zeigt sich an der geringen Zahl der vorhandenen Spirochäten.

Charakteristisch ist das Auftreten der paraluetischen Erkrankungen. Wir finden sie in der Regel bei denjenigen Kranken, die im zweiten Stadium nur schwache Haut- und Schleimhauterscheinungen aufwiesen. Da infolge dieser geringen Erscheinungen oftmals eingreifende Schmierkuren unterblieben, vermutete man früher, die ungenügende Schmierkur wäre schuld an dem nachfolgenden Auftreten der Tabes oder Paralyse. Sehr wahrscheinlich verhält sich aber die Sache so: Eine kräftige Schmierbehandlung wurde deshalb unterlassen, weil keine ausgesprochenen Haut- und Schleimhauterkrankungen vorhanden waren. Hat aber die Haut nicht genügend auf das Krankheitsgift reagiert, so sind entsprechend wenig Immunkörper gebildet worden und deshalb ist der Körper auch entsprechend wenig imstande, den Spätfolgen der Infektion Widerstand zu leisten.

Ja, man kann sogar noch einen Schritt weitergehen. Es ist sehr wohl möglich, daß die klassischen Arzneimittel, Quecksilber und Jod, vornehm-

---

[1]) Stoffwechsel- und Immunitätsprobleme in der Dermatologie. Korr. f. Schw. Ä. 1919, Nr. 31, S. 993.

lich deshalb wirken, weil sie Haut und Schleimhaut reizen, also diese beiden Elemente zur Bildung von Immunkörpern anregen. Es ist daher durchaus nicht ausgeschlossen, daß auch andere auf Haut und Schleimhaut wirkende Reize — auch physikalischer Natur — die Immunkörperbildung bei Lues begünstigen.

Daß auch bei der Tuberkulose die Bildung der Immunkörper in der Haut stattfinde, hat Bloch als sehr wahrscheinlich nachgewiesen. und das erklärt ferner, warum die verschiedensten Hautreize imstande sind, den Verlauf einer Tuberkulose günstig zu beeinflussen. Sowohl die Schmierseife wie das Sonnenlicht, das Dauerluftbad, die Quecksilberlampe. die Rotlichtbestrahlung nach Gerhardtz[1]), endlich die Röntgenbehandlung wirken in diesem Sinne. Alle erzeugen in der Haut reaktive Vorgänge, bei genügender Dosierung sogar ausgesprochene akute Entzündungen. Ja, es besteht starker Verdacht, daß auch die Einspritzungen von Tuberkulin zu einem guten Teil auf Hautreizung beruhen, namentlich wenn man sich der homöopathischen Dosen erinnert, die während der letzten Jahre in verschiedenen Tuberkulosesanatorien zur Anwendung kamen. Es wäre gewiß nicht uninteressant, zu untersuchen, ob nicht auch Einspritzungen von physiologischer Kochzalzlösung genügen, um durch Hautreiz eine genügende Immunkörperbildung anzuregen. Für diese Erklärung einer anregenden Wirkung spricht auch die Tatsache, daß man mit Nutzen in der Auswahl der Reizmittel abwechselt, wenn das eine oder andere in seiner Wirkung zu erschöpfen droht.

Bekannt ist der Streit zwischen den verschiedenen Strahlentherapeuten. von denen die einen, voran Rollier[2]), sehr vorsichtig dosieren, mit der Vorschrift, es dürfe nie zu einer akuten Entzündung der Haut kommen. während andere, deren Hauptvertreter Rost[3]) ist, grundsätzlich eine akute Hautentzündung erzeugen, wobei man sich unschwer vorstellen kann, daß die Hyperämie im Erholungsstadium die Bildung der Immunkörper fördert.

Über die Bedeutung der Pigmentierung ist viel gestritten worden. Man hat dem Pigment alle möglichen therapeutischen Wirkungen zugeschrieben. Es hat sich mit der Zeit aber doch als wahrscheinlich herausgestellt, daß die Pigmentierung ein relativ unwichtig neben den übrigen Veränderungen einhergehender Prozeß ist.

Daß auch ohne merkliche Pigmentierung therapeutische Wirkungen erzielt werden, zeigen die klinischen Erfolge der Spektrosollampe, bei der

[1]) Brauers Beitr. z. Kl. d. Tub. 1915, H. 3, S. 211.

[2]) Die Sonnenbehandlung, Bern 1917 (kurze Zusammenfassung). Die Heliotherapie der Tuberkulose, Berlin 1913 (ausführliche Darstellung).

[3]) Über die „kombinierte“ Strahlenbehandlung der Tuberkulose vom Standpunkt des Dermatologen. Dt. med. Woch. 1918, Nr. 27, S. 733.

die Pigmentbildung gegenüber der Sonnenwirkung beträchtlich abgeschwächt ist, weil das Spektrosollicht wohl qualitativ mit dem Sonnenlicht übereinstimmt (gleiche Begrenzung des Spektrums), nicht aber in der quantitativen Verteilung der Intensität über das Spektrum.

Eine anregende Reizwirkung des Lichtes erreichen wir bei niedriger Dosierung. Es entsteht eine leichte Hyperämie, die nach einigen Stunden wieder verschwindet. Es spielen sich jedenfalls chemische Vorgänge ab, die wir weiter noch nicht kennen, und es werden, wie wir gesehen haben, die Schutzkräfte des Körpers mobil gemacht.

Schädigende Reizwirkungen werden durch große Dosen erzeugt. Es ist das bekannte Bild der akuten Entzündung mit ihren Kardinalsymptomen: Rubor, Calor, Tumor und Dolor. Im mikroskopischen Bild findet man dementsprechend eine verdickte, d. h. serös durchtränkte Epidermis, bei Verbrennungen zweiten Grades Exsudate unter dem Stratum

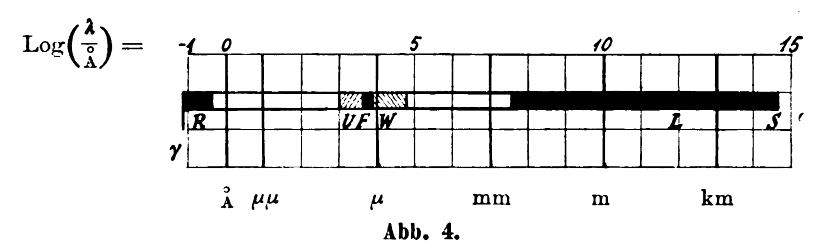


Abb. 4.

lucidum, ebendaselbst Kerntrümmer. Andererseits finden sich vermehrte Kerne in der Keimschicht. Im Unterhautgewebe sind die Blutgefäße erweitert mit Leukozyten in Randstellung. In der Umgebung der Blutgefäße finden sich zahlreiche Leukozyten und Lymphozyten.

Bemerkenswert ist, daß auch nach starken Schädigungen der Haut mit Licht keine Narbenbildung eintritt. Offenbar ist die Tiefenwirkung des Lichtes nicht stark genug, um auch das Unterhautgewebe zu schädigen. Eine einzige Ausnahme bildet die Hydroa vacciniformis, die offenbar auf einem pathologischen Zustand der Haut beruht und bei deren Ausbruch das Licht vermutlich nur das auslösende Moment bedeutet.

b) Röntgenstrahlen. Vergegenwärtigen wir uns zunächst die Stellung der Röntgenstrahlen gegenüber den optischen Strahlen an Hand einer graphischen Darstellung. Es sind in Abb. 4 der Reihe nach sämtliche aus der Physik bekannte Wellenlängen aufgetragen, und zwar in einer logarithmischen Skala. Die angeschriebenen Zahlen bedeuten den Logarithmus der Wellenlänge für den Fall, daß in Angström-Einheiten gemessen wird. Die Skala schreitet also nicht wie eine gewöhnliche lineare fort, also etwa von Zentimeter zu Zentimeter, sondern jeder neue Teilstrich bedeutet eine zehnmal größere Einheit. Die Skala beginnt mit der Ang-

ström-Einheit (Å) und geht über das Millimikron (μμ), das Mikron (μ), den Millimeter, den Meter bis zum Kilometer.

Die kürzeste Wellenlänge, nämlich weniger als $^1/_{10}$ Å, haben die Gammastrahlen des Radiums C. Daran schließt sich das Gebiet der technisch verwendbaren Röntgenstrahlen, in der Abbildung mit *R* bezeichnet. Es folgt ein großes Gebiet von Wellenlängen, über die wir rein nichts wissen. Daran schließt sich das Gebiet der ultravioletten Strahlen (*U*), der farbigen Strahlen (*F*) und der Wärmestrahlen (*W*). Nun folgt wieder ein Gebiet, das heute noch unerforscht ist, und als letztes Gebiet reihen sich die elektrischen Wellen an, die von einigen Zentimetern bis zu vielen Kilometern gemessen worden sind. Dabei bedeutet *L* diejenige Wellenlänge, die für Landstationen, *S* die Wellenlänge, die für Überseestationen der drahtlosen Telegraphie Verwendung finden.

Biologisch entfalten die Röntgenstrahlen im großen und ganzen die nämlichen Wirkungen wie die Lichtstrahlen, nur mit dem Unterschied, daß sie beträchtlich weiter in die Tiefe wirken. Dazu kommt, daß die verschiedenen Organe gegenüber den Röntgenstrahlen sehr verschiedene Empfindlichkeiten aufweisen. Wir wissen überdies, daß die Empfindlichkeit der verschiedenen Gewebe abhängig ist von der Größe ihres Stoffwechsels und von der Schnelligkeit ihres Wachstums. Junge Gewebe (beim Kind, bei Granulationen, bei der Neubildung von Kallus) sind empfindlicher als normale Gewebe beim Erwachsenen. Stark durchblutete Organe sind empfindlicher als blutleere Organe. Ob bei der Verstärkung der Röntgenwirkung durch Blutfülle die in den Eisenatomen des Hämoglobins entstehende Fluoreszenzstrahlung[1]) mitspielt oder ob die Herabsetzung des Stoffwechsels durch die Blutleere den entscheidenden Faktor der Desensibilisierung bedeutet, wissen wir noch nicht.

Eine der verhängnisvollsten Eigenschaften der Röntgenstrahlen ist die durch ihre große Tiefenwirkung begünstigte Schädigung der Blutgefäße. Diese Schädigung bedingt in den früheren Stadien der Röntgenentzündung eine dauernde Gefäßerweiterung und entsprechend stärkere Durchblutung der von diesen Blutgefäßen versorgten Gewebe. Später aber tritt eine Verödung dieser Gefäße ein und der von ihnen versorgte Gewebsbezirk verfällt einer schlechten Ernährung. Ein typisches Beispiel ist die gefäßarme und in schlechtem Ernährungszustand befindliche „chronische Röntgenhaut“. Diese Gefäßschädigung ist es auch, auf Grund deren der Köhlerschen Drahtnetzmethode der Erfolg versagt bleiben mußte. Köhler war bekanntlich von dem Gedanken ausgegangen, man könne, um eine starke

[1]) Sehr wahrscheinlich ist dies nicht, weil die Fluoreszenzstrahlung des Eisens zu weich ist, um durch die therapeutischen Härtegrade merklich angeregt zu werden.

Tiefenwirkung zu erzielen, die Haut verbrennen, vorausgesetzt, daß man sie durch ein Metallgitter hindurch bestrahle. Unter dem Metallteil des Gitters bleibe die Haut unversehrt und von dort aus könnten die geschädigten Teile der Haut sich regenerieren. Diese Überlegung war richtig für das Epithel, nicht aber für das Gefäßnetz. Denn wenn man ein Leitungsnetz an verschiedenen Orten schädigt, so leidet das ganze Netz darunter.

Daß auch die Wirkung der Röntgenstrahlen großenteils auf der Erzeugung einer akuten Entzündung beruht, dürfte ein Blick auf das Ulcus rodens wahrscheinlich machen. Das Ulcus rodens heilt unter Röntgenbestrahlung, unter Radiumbestrahlung und unter Ultraviolettwirkung, mitunter selbst nach Sonnenlichtbehandlung, nach Diathermie und nach Einführung von Zinkionen, ja manchmal sogar nach Anwendung der verpönten Ätzpasten. Was ist all diesen Heilmethoden gemeinsam, wenn nicht die akute Entzündung?

Daß das eine Symptom der akuten Entzündung, das Auftreten einer Rundzelleninfiltration, überall da nachweisbar ist, wo ein Krebs unter Röntgenwirkung sich zurückbildet, das hat Perthes[1]) schon im Jahre 1904 mikroskopisch nachgewiesen. Er hat aber aus seinen Befunden nicht den Schluß gezogen, daß diese Infiltration, wozu dann noch andere Symptome einer akuten Entzündung treten, das Heilmittel der Natur gegen den Krebs darstelle. Diese Erkenntnis wurde vermutlich hintangehalten durch die damals sehr verbreitete Auffassung Ribberts, der den Satz verfocht, die Entzündung im Bindegewebe sei die Ursache zur Bildung des Krebses.

Im Jahre 1914 erschien dann ein Buch von Theilhaber, „Die Entstehung und Behandlung der Karzinome“[2]), worin behauptet wurde, die Entzündung im Bindegewebe sei nicht die Ursache des Krebses, sondern im Gegenteil das Heilbestreben der Natur gegen den Krebs. Zwei Jahre später hat sich Ribbert[3]) dieser Ansicht angeschlossen und seine frühere Auffassung selbst als irrtümlich bezeichnet.

Macht man sich diese Auffassung zu eigen, daß die entzündliche Reaktion im Bindegewebe das Heilbestreben der Natur gegen den Krebs darstellt, so läßt sich die Heilwirkung der Röntgenstrahlen an Hand des Arndtschen Gesetzes anschaulich nachweisen wie folgt:

In Abb. 5 sind zwei hyperbelförmige Kurven dargestellt. Die eine, mit K bezeichnete, bezieht sich auf den Krebs, die andere, mit B bezeichnete, auf das Bindegewebe. Verabfolgt man jetzt eine der Stelle R entsprechende Dosis auf die Krebsgeschwulst, so wird das Bindegewebe nur

[1]) Dt. med. Woch. 1904, Nr. 13.

[2]) Berlin 1914.

[3]) „Heilungsvorgänge im Karzinom usw.“ Dt. med. Woch. 1916, Nr. 10, S. 278.

wenig, der Krebs dagegen stärker zum Wachstum angeregt. Es ist dies die bekannte Reizdosis, die Seitz und Wintz[1]) zu 30—40% der Hautdosis bestimmt haben. Verabfolgt man dagegen eine Dosis, die der Stelle S in Abb. 5 entspricht, so sieht man, daß diese Dosis in ein Gebiet fällt, wo der Krebs bereits beträchtlich geschädigt wird, während die nämliche Dosis auf das Bindegewebe einen wachstumfördernden Reiz ausübt. Wir befinden uns also in einem Gebiet, wo die Röntgenstrahlen einerseits den Krebs schädigen, andererseits das Bindegewebe in seinem Kampf gegen den Krebs unterstützen.

Geht man mit der Dosis noch höher, etwa bis *Z* in Abb. 5, so wird nicht nur das Karzinom zerstört, sondern auch das Bindegewebe geschädigt. Es entstehen dann mit der Zeit die bekannten anämischen und

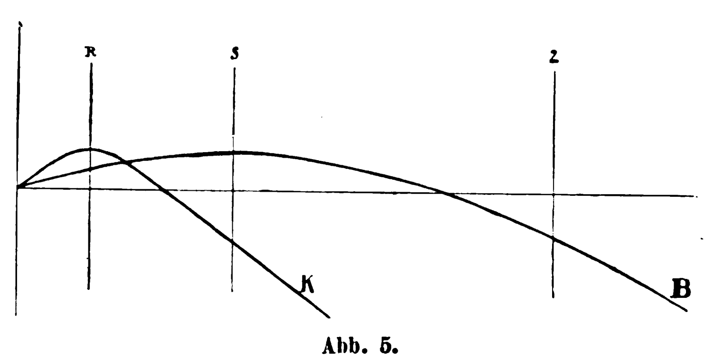


Abb. 5.

atrophischen Bindegewebsnarben, in denen die Vorbedingungen für das Auftreten von Spätrezidiven gegeben sind. Gefördert wird das Wachstum dieser Rezidive durch die oft gleichzeitig vorhandene Schädigung des Blut-Lymph-Apparates[2]) durch die hohen Röntgendosen. Hier ist vermutlich der „Intensivtherapie“ eine Grenze gesetzt!

Es gelingt aber, bei richtiger Dosierung, Krebsgeschwülste mit Röntgenbehandlung allein zum völligen Verschwinden zu bringen, und manche der nach dieser Methode behandelten Kranken sind jahrelang ohne Rückfälle geblieben. Noch kurz erwähnt sei hier, daß die erwünschte entzündliche Reaktion des Bindegewebes, also das Heilmittel der Natur gegen den Krebs, wesentlich gefördert wird durch eine zweckmäßige Nachbehandlung mit Diathermie. Auch dieser Gedanke stammt von Theilhaber und soll sich nach seinen Veröffentlichungen[3]) praktisch bewährt haben.

[1]) Berl. kl. Woch. 1919, Nr. 5, S. 101.

[2]) Sowohl das Fehlen der Röntgenwirkung bei Karzinomen Kachektischer als die „irreversible Röntgenkachexie“ infolge Blutschädigung findet sich meines Wissens zuerst beschrieben bei Friedrich und Krönig, „Die Strahlenbehandlung des Brustkrebses usw.“ Mün. med. Woch. 1916, Nr. 41, S. 1445.

[3]) „Die Erzeugung einer akuten Entzündung in den Unterleibsorganen“, Mün.

Zwei auffallende Tatsachen sind es ferner, mit denen wir uns auseinanderzusetzen haben:

1. die sonderbar scheinende Möglichkeit, beginnende Röntgenkrebse durch erneute Anwendung von Röntgenstrahlen zu heilen,

2. das Nichteintreten der lokalen Röntgenreaktion bei Karzinomen Kachektischer.

Zur Erklärung dürfte auf Grund unserer Erkenntnis folgendes dienen: Die Röntgenkeratosen und die beginnenden Röntgenkrebse sind die Folgen der Atrophie und schlechten Blutversorgung der Haut, wie ja bekanntlich auch in Brandnarben leicht Krebse entstehen. Die erneute Röntgenbestrahlung erzeugt eine akute Entzündung, einhergehend mit vermehrter Blutzufuhr; ja, es wird sogar beobachtet, daß der fleißige Gebrauch einer Röntgenhand zu Kraftübungen den Zustand der chronischen Röntgenhaut zu bessern vermag.

Noch interessanter ist der Ausfall der lokalen Röntgenreaktion bei Kachektischen. Da schwer einzusehen ist, warum die Karzinomzellen Kachektischer durch Röntgenstrahlen nicht sollten geschädigt werden, liegt die Vermutung nahe, daß beim reaktionsfähigen Karzinomkranken die anregende Wirkung auf das Bindegewebe der stärkere Faktor ist als die Schädigung des Epithels, und daß da, wo diese Anregung nichts mehr verschlagen kann, die alleinige Schädigung der röntgenempfindlichen Gewebe zu deren Rückbildung nicht hinreicht. Diese Vermutung darf allerdings einstweilen nur mit Vorsicht ausgesprochen werden, aber sie ist gewiß reiflicher Prüfung wert.

Ein sehr starker Wahrscheinlichkeitsbeweis dafür, daß die Röntgenreaktion nicht ein rein chemischer, sondern ein biologischer Vorgang ist, liegt in der Tatsache der Latenz. Sorgfältige mikroskopische Untersuchungen ermöglichen es allerdings, schon relativ kurz nach einer starken Bestrahlung Veränderungen in den Zellen nachzuweisen, wie mir verschiedene Sachverständige versichert haben[1]). Aber nach schwachen Bestrahlungen braucht der durch die Röntgenstrahlen ausgelöste biologische Vorgang recht lange Zeit, bevor er sich histologisch oder gar klinisch bemerkbar macht.

Die Erklärungsversuche über die Natur der Röntgenwirkung sind von Dean Butcher[2]) folgendermaßen eingeteilt worden:

1. elektrische Hypothese (Leduc),
2. Vakzinehypothese,
3. kannibalische Hypothese.

---

med. Woch. 1918, Nr. 32, S. 877, und „Die Behandlung der Krebskranken usw.", Jahr. f. ä. Fortb. 1918, H. 12.

[1]) Diesbezügliche Veröffentlichungen sind mir nicht bekannt.

[2]) „Über die Grundlage der Röntgen- und Radiumtherapie." Strahlentherapie 2 (1913), S. 396.

1. Leduc war der Ansicht, daß unter der Wirkung der Röntgenstrahlen elektrische Spannungsdifferenzen im Gewebe entstehen. Es entspricht dies auch unseren heutigen Vorstellungen. Wir wissen, daß da, wo Röntgenstrahlen absorbiert werden, sekundäre Betastrahlen entstehen. Das sind Elektronen, die ihre bisherige Stellung im Molekül verlassen und sich mit einer negativen Ladung vorwärts bewegen. Da, wo die Elektronen zur Ruhe kommen, entsteht ein negativer Pol, während das Molekül, das sein Elektron verloren hat, zu einem positiven Pol wird. Diese elektrische Energie der Lage ist aber so außerordentlich gering gegenüber der kinetischen Energie des bewegten Elektrons, daß wohl die letztere allein für die Auslösung der biologischen Wirkungen in Frage kommt. Wir wissen, daß die Betastrahlen die von ihnen unterwegs angetroffenen Moleküle zertrümmern. Daß hierbei toxische Substanzen entstehen, die biologische Wirkungen auslösen können, leuchtet ein.

Hierher gehört auch Werners Lezithinhypothese und seine Untersuchungen über das Cholin. Die Zersetzung des Lezithins und das Auftretens des Cholins dürften auf die soeben beschriebene Wirkung der Betastrahlen zurückzuführen sein.

2. Vakzinehypothese. In der englischen Sprache herrscht die schlechte Gewohnheit, alles, was mit biologischen Abwehrkräften zu tun hat, als „Vakzine“ zu bezeichnen. Vacca heißt die Kuh und Vakzine kann daher nichts anderes bedeuten als der von der Kuh gewonnene Impfstoff. Es ist aber klar, was mit einer „Vakzinehypothese“ der Röntgenwirkung gemeint ist. Man stellt sich vor, daß unter der Wirkung der Röntgenstrahlen Schutzkörper gebildet werden, die imstande sind, zerstörend auf den Krebs zu wirken. Man kann sich allerdings schwer vorstellen, in welchem Zusammenhang ein biologisches, gegen den Krebs gerichtetes Element chemischer Natur unter Wirkung der Röntgenstrahlen entstehen soll.

3. Kannibalische Theorie. Unter Kannibalismus versteht man das Auffressen der eigenen Artgenossen. Etwas Ähnliches stellt sich Dean Butcher vor: Die einen Zellen werden durch Röntgenstrahlen geschädigt und die bei ihrem Absterben freiwerdenden Zersetzungsprodukte reizen die gesundgebliebenen Zellen, die kranken aufzufressen. Dieser Gedanke deckt sich beinahe mit der Auffassung von Theilhaber und Ribbert, nur mit dem Unterschied, daß diese es deutlich aussprachen, daß die geschädigten Zellen die Epithelzellen sind, während die Steigerung der Angriffslust auf seiten der Rundzellen des Bindegewebes zu suchen ist. Eine graphische Erklärung dieser Wirkung habe ich in Abb. 5 gegeben.

B. Allgemeinwirkungen.

Kam bei der Lokalwirkung nur die in der Raumeinheit absorbierte Strahlenenergie in Betracht, so hängt die Größe der Allgemeinwirkung außerdem noch von der Größe des bestrahlten Gebietes ab. Bestrahlen wir mit einer bestimmten Intensität und einem bestimmten Härtegrad während einer bestimmten Zeit ein kleines Gebiet, so ist die Allgemeinwirkung schwächer, als wenn wir unter gleichen Voraussetzungen ein großes Gebiet bestrahlen. Der Ausgangspunkt für die Allgemeinwirkung ist wohl in erster Linie im Blut-Lymph-Apparat zu suchen.

Für die optischen Strahlen hat Bering[1]) am Gänseblut nachgewiesen, daß dessen Affinität zum Sauerstoff nach Belichtung steigt. Am geringsten soll die Wirkung des weißen, stärker die des blauen und am stärksten die des grünen und des gelben Lichtes sein. Diese Fesstellung ist deshalb sehr wichtig, weil man bisher nur allzusehr geneigt war, die Wirkung der langwelligen Strahlen des farbigen Spektrums gering einzuschätzen.

Die Steigerung der Sauerstoffaffinität durch Licht hat übrigens Quincke schon im Jahre 1894 für die Leukozyten nachgewiesen[2]).

Von klinischen Allgemeinwirkungen ist bekannt die günstige Wirkung von Lichtbädern, die den ganzen Körper behandeln, auf Lupus und andere Tuberkulosen, allerdings hier mit der Einschränkung, daß es sich wahrscheinlich nicht um eine Wirkung auf das Blut, sondern auf den Immunapparat der Haut handelt.

Bekannt ist auch das Hasselbalchsche Atemphänomen[3]), darin bestehend, daß nach einer kräftigen Ultraviolettbestrahlung während längerer Zeit die Zahl die Atemzüge vermindert und die Tiefe der Atmung erhöht ist, und zwar so, daß die größere Tiefe die kleinere Zahl überkompensiert, mit anderen Worten, daß das Minutenvolumen zunimmt. Das ist physiologisch verständlich insofern, als im Hochgebirge, wo das Ultraviolett stärker ist, auch das Minutenvolumen der Atmung größer sein muß.

Über die Wirkung der Ultraviolettbestrahlung auf den Blut-Lymph-Apparat hat man sich gestritten. Berner[4]) hat gefunden, daß nach einmaliger Ultraviolettbestrahlung weder die roten Blutkörperchen noch der Hämoglobingehalt sich verändern, während andere Autoren eine Steigerung sowohl der roten Blutkörperchen, als des Hämoglobins nachgewiesen haben. Sicherzustehen scheint, daß die Polynukleären durch Ultraviolettbestrahlung vermindert werden.

Sehr tiefgehend ist der Einfluß hochdosierter Röntgenbestrahlung auf

[1]) Strahlentherapie 3 (1913), S. 636.
[2]) Arch. f. d. ges. Phys. 57.
[3]) Strahlentherapie 2 (1912), S. 403.
[4]) Strahlentherapie 5, (1914). S. 342.

den Blut-Lymph-Apparat, der so weit gehen kann, daß es Wintz[1]) gelang, freies Hämoglobin im Blut, Eisen im Harn und außerdem Schädigungen der Lipoide des Blutes nachzuweisen. Die Erholungszeit beträgt sechs bis acht Wochen.

Das auffallendste Symptom ist wohl der nach Röntgenbestrahlungen auftretende Leukozytensturz. Daß die Leukozytenzahl schon nach kleinen Dosen und nach Bestrahlung beschränkter Gebiete sich verändert, hat meines Wissens zuerst Demiéville[2]) nachgewiesen. Auch Küpferle[3]) fand bei seinen mit mittleren Dosen behandelten Lungentuberkulosepatienten eine Abnahme der Leukozyten nach zwei Stunden, eine Verlangsamung dieser Abnahme nach acht Stunden und einen Wiederanstieg nach 24 Stunden. Dieses Verhalten der Leukozyten entspricht auffallend demjenigen bei der Opsoninbehandlung nach Wright, wo auch eine sogen. „negative Phase" von ungefähr 24 Stunden beobachtet wird.

Daß bei jahrelangem Arbeiten mit harten Strahlen und ungenügendem Körperschutz eine chronische Hypoplasie des ganzen Blut-Lymph-Apparates auftritt, ist bekannt. Bei der heute immer mehr überhandnehmenden Verwendung härtester Strahlen ist dieser Allgemeinwirkung auf Ärzte und Personal erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken!

Daß solche theoretische Untersuchungen über die Natur der Strahlenwirkung keine leeren Hirngespinste sind, zeigt deren fruchtbare Anwendung auf die Therapie. Bestätigt sich die Richtigkeit der Auffassung Blochs über die Aufgabe der Haut für den Immunitätsprozeß bei Lues und Tuberkulose, so stehen wir vermutlich erst im Anfang einer gedeihlichen Entwicklung der physikalischen Therapie dieser Krankheiten. Auch bedarf es wohl nicht mehr als einer Hindeutung auf die Möglichkeiten, die sich aus der von Theilhaber aufgestellten und von Ribbert bestätigten Hypothese des Antagonismus zwischen Bindegewebe und Krebs ergeben.

Wie weit entfernt sind wir heute von der Auffassung Finsens, der die Tuberkelbazillen im lebenden Gewebe mit ultraviolettem Licht töten wollte! Gewiß war Finsens Arbeit, obgleich er von einer falschen Voraussetzung ausging, von Erfolg gekrönt, weil er das von ihm erschlossene Gebiet fleißig und systematisch durcharbeitete. Aber die seither neugewonnenen Erkenntnisse haben uns doch ein beträchtliches Stück vorwärts gebracht und wir dürfen die beste Hoffnung hegen, daß wir auf diesem Wege mit Erfolg weiterschreiten werden.

---

[1]) Berl. kl. Woch. 1919, Nr. 5, S. 101.

[2]) Schw. Rundsch. f. Med. 1914, Nr. 20.

[3]) 31. Kongreß f. inn. Med., Wiesbaden 1914, S. 544 ff. und Strahlentherapie 5. (1915), S. 661 ff.

Aus der I. med. Universitätsklinik und dem Radiuminstitut der Charité zu Berlin (Direktor: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. His).

Beitrag zum Verhalten des hämatopoietischen Systems unter dem Einfluß von Strahlen (radioaktive Substanzen und Röntgenstrahlen).

Von

Dr. **Karl Zoellner.**

Durch vielseitige und umfangreiche Untersuchungen, insbesondere aus neuerer Zeit, ist das Verhalten des hämatopoietischen Systems gegen die Strahlen der radioaktiven Substanzen und die Röntgenröhre weitgehend geklärt worden. Von den Untersuchern aus älterer Zeit nenne ich zunächst London, der als erster bei Kaninchen nach Einwirkung radioaktiver Substanzen Milzverkleinerung beobachtete. Histologisch fand er dabei Follikelatrophie und Pigmentablagerung. Bouchard, Mme. Curie und Balthazard fiel zuerst bei Mäusen nach ausgiebiger Radiumemanationinhalation eine bedeutende Leukopenie auf. Aubertin und Delamose stellten fest, daß durch Bestrahlung bei Mäusen zuerst Hyperleukozytose eintrat, danach länger andauernde Leukopenie. Sie deuteten den Vorgang als eine Folge der Milzläsion und nahmen außerdem eine direkte Zerstörung der weißen Blutkörperchen an. Daß das lymphatische Gewebe in ähnlicher Weise wie durch Radiumstrahlen durch Röntgenstrahlen zu beeinflussen ist, stellte Heinecke fest; als histologisches Untersuchungsergebnis fand er dabei schwere Degeneration, ja sogar völligen Schwund der zelligen Milzelemente, der Darmfollikel und des Mesenterialdrüsenparenchyms, dabei Wucherung des Bindegewebes. Diese Einzelbeobachtungen haben durch die Untersuchungen aus neuerer Zeit von Falta, Plesch-Pappenheim, Gudzent-Margarete Lewy, Meidner-Hirschfeld, Rosenow, Arneth, Da Silva-Mello u. a. Ergänzung und einen gewissen Abschluß erfahren.

Wir wissen heute, daß die Blutbildungsstätten und das Blut zu den radioempfindlichsten Organen gehören. Sie zeigen unter dem Einfluß kleiner Dosen alle Erscheinungen der anregenden Wirkung und unter dem Einfluß großer Dosen alle Erscheinungen schwerer Schädigungen und Zerstörungen. So findet man, wie insbesondere Gudzent und Margarete Levy gezeigt haben, nach der Applikation einer sehr kleinen Dosis beträchtliche Hyperleukozytose. Die Hyperleukozytose ist von kurzer Dauer. Sie macht schon

am nächsten Tage nach meist geringer Senkung unter den Anfangswert in der Regel normalen Verhältnissen Platz.

Auch das Blutbild zeigt sehr häufig eine Veränderung, derart, daß eine Zunahme der Lymphozyten eintritt: bei Anwendung großer Dosen, wie besonders Arneth, Falta, Plesch, Pappenheim, Gudzent u. a. gezeigt haben, findet man das umgekehrte Verhältnis. Es stellt sich zumeist nach einer schnell auftretenden, kurzdauernden Hyperleukozytose allmählich eine fortschreitende Abnahme der Leukozytenzahl ein, der Wert sinkt ab bis unter 1000 und noch tiefer, je nach Größe der Dosen; bei alsbald tödlich wirkenden Dosen können alle Leukozyten aus dem Blute verschwinden.

Viel weniger empfindlich sind die roten Blutkörperchen und das Hämoglobin: bei den Untersuchungen, wie sie zum Studium des weißen Blutbildes angestellt wurden, fand man, daß die Erythrozyten sowohl numerisch wie morphologisch kaum beeinflußt werden. Dominici und seine Mitarbeiter haben jedoch durch Versuche bei einem Pferd, dem unlösliche Radiumsalze injiziert wurden, nachgewiesen, daß eine Vermehrung der roten Blutkörper eintritt. Dasselbe fanden Brill und Zehner nach subkutan gegebener Lösung mit 0,0025—0,003 Radiumchlorid bei Hunden, — bei einzelnen Tieren stellten sie dabei Erythrozytenherde bis zu 13 Millionen pro Kubikmillimeter fest, die lange Zeit (wochenlang) konstant blieben und dann unter bedeutenden Remissionen nach und nach langsam abfielen, so daß auch dann noch lange Zeit danach ein übernormaler Erythrozytenstatus zu konstatieren war. Ein dementsprechendes Steigen des Hämoglobingehaltes war nicht zu beobachten. Daß die roten Blutkörperchen weit weniger empfindlich sind gegen radioaktive Strahlen als die weißen bzw. die Bildungsstätten der betreffenden Blutkörperchen, erhellt daraus, daß zu einer Zeit, wo bereits die Leukozyten noch stark abnehmen, eine Zunahme der Erythrozyten stattfand.

Gibt man für den Organismus stark toxische Dosen, die nicht in Kürze zum Exitus führen, so beobachtet man Schädigungen der roten Blutkörperchen. Linser und Helber haben dementsprechende unter dem Einfluß von γ-(Röntgen-)Strahlen beobachtet. Sie fanden dabei ein Sinken des Hämoglobingehaltes. Aubertin sah außer Zellverminderung auch Degeneration der Erythrozyten. Arneth, Hirschfeld-Meidners und Silva-Mellos Untersuchungen nach Verabfolgung toxischer Dosen stimmen damit überein. Die Ursache dieser Veränderung findet wahrscheinlich ihre Erklärung in dem pathologischen Befund der geschädigten Blutbildungsstätten. Unter pathologischen Verhältnissen bei sekundären oder primären Anämien ist offenbar die Erythropoiese empfindlicher. Kleine Dosen von Thorium X (0,01—0,1 mg) sind häufig imstande, so anregend auf die Neubildung zu wirken, daß oft ein normaler Blutstatus hergestellt wird.

Was die Hämolyse angeht, so hat sie sich jedenfalls nur durch kräftige Bestrahlung in vitro nachweisen lassen. Henry und Meyer, Schwarz-Zehner, Hirschfeld-Meidner, von der Velden haben bei kleinen therapeutischen Dosen von Radiumemanation Herabsetzung der Gerinnungszeit des Blutes gefunden. von Domarus und Salle wiesen nach, daß durch große Dosen eine Erhöhung der Gerinnungszeit bewirkt wird. Die Ursachen dieser soeben beschriebenen Veränderung sind zu suchen in der schweren Schädigung bzw. Beeinflussung der Blutbildungsstätten (Milz, Lymphdrüsen und Knochenmark). Unter dem Einfluß großer Dosen zeigen diese Gewebe alle Zeichen schwerster Schädigung, wie sie von Heinecke, Plesch-Pappenheim, Falta, Gudzent-Levy, Arneth, Hirschfeld-Meidner u. a. übereinstimmend beschrieben worden sind.

Während nun in den eben auseinandergesetzten Dingen im allgemeinen Übereinstimmung zwischen den Befunden der verschiedenen Autoren besteht, ist dies nicht der Fall in der Frage des Verhaltens des weißen Blutbildes.

Nach Arneth, Silva-Mello und Rosenow kommt die Leukopenie im wesentlichen durch Verminderung der polymorphkernigen Leukozyten zustande. Die Lymphozyten nehmen auch ab, überwiegen aber schließlich prozentual und können unter Umständen als die einzige leukozytäre Zellform übrig bleiben. Pappenheim und Plesch fanden dagegen, daß an dem Leukozytensturz die Lymphozyten besonders beteiligt sind und als erste Zellen aus dem Blutbild verschwinden. Auch Heinecke fand bei Röntgenbestrahlung des ganzen Tieres ein gleiches Verhalten. Hirschfeld und Meidner behaupten, daß bei der Leukozytenabnahme Lymphozyten und Knochenmarkselemente in gleicher Weise abnehmen. Gudzent fand beim Menschen, daß unter der Wirkung mittlerer Dosen besonders die Lymphozyten abnehmen.

Um eine Klärung dieser verschiedenen Anschauungen herbeizuführen, wurde mir von Prof. Gudzent die Aufgabe gestellt, an Tieren neue Versuche anzustellen.

Versuchsplan.

Es wurden Meerschweinchen tödliche Dosen von Thorium X injiziert und in einer anderen Versuchsreihe tödliche Röntgenstrahlendosen appliziert. In täglichen Blutuntersuchungen (das Blut wurde durch Einschnitt in das Ohr entnommen) wurde der Blutstatus verfolgt und nach dem Tode die Blutbildungsstätten — Milz, Lymphdrüsen und Knochenmark — histologisch untersucht.

Es sei hierzu folgendes bemerkt: Nach der von Gudzent in seinem Buche (Grundriß zum Studium der Radiotherapie) entwickelten Anschauung

bringen gleiche zur Wirkung kommende Energieeinheiten, gleichgültig von welcher Strahlenart sie stammen, in gleichen Gewebsabschnitten gleiche Wirkungen hervor.

Nun ist das Thorium X ein α-Strahler. Von seinen Umwandlungsprodukten gehen jedoch auch β- und γ-Strahlen aus, hervorragend überwiegen jedoch die α-Strahlen, so daß man die biologische Wirkung des Thorium X den α-Strahlen zuschreiben muß.

Die Röntgenröhre dagegen gibt nur γ-Strahlen ab. Bei der von mir beabsichtigten Versuchsanordnung war also außerdem Gelegenheit gegeben, die Wirkung von α- und γ-Strahlen zu vergleichen und so nebenher die Anschauung von Gudzent einer Nachprüfung zu unterziehen.

Thorium X-Versuch.

Einem ausgewachsenen gesunden Meerschweinchen (A) wurde nach Feststellung seines Gewichtes und vollständigem Blutstatus die tödliche Dosis Thorium X gegeben. Als sicher tödliche Dosis Thorium X erhielt es 1 mg (3000 elektrostatische Einheiten). Nach Gudzents Berechnung wirken 0,014 mg Radiumelementäräquivalent pro Kilogramm Körpergewicht tödlich.

Meerschweinchen A

Am 28. I. Gewicht 671 g. Blutstatus: Hämoglobin 78%, Erythrozyten 4700000, Leukozyten 3500 (neutrophile 9%, Lymphozyten 89%, Übergangszellen $1^1/_2$%, große Mononukleäre $^1/_2$%).

Am selben Tage erhielt das Tier intramuskulär 1 mg Thorium X in den Rücken. Die eingespritzte Dosis wurde gut verrieben, um lokalen Verbrennungen vorzubeugen.

Am 1. Tag nach der Einspritzung beträgt das Gewicht 640 g, das Tier unverändert, läuft umher, frißt reichlich, keine lokalen Erscheinungen an der Injektionsstelle.

Blutstatus: Hglb. 69%, Erythroz. 3800000, Leukoz. 7900 (40% polymorphkernige, 59% Lymphoz., 2 Übergangsz.).

Am 2. Tag nach der Injektion beträgt das Gewicht 591 g, Tier noch lebhaft, frißt reichlich, hat jedoch etwas Durchfall. Lokale Erscheinungen an der Injektionsstelle traten bisher nicht auf.

Blutstatus: Hglb. 65%, Erythroz. 3800000, Leukoz. 3900 (polymorphkernige 54%, Lymphoz. 45%, Eos. $^1/_2$%, Übergangsz. $^1/_2$%).

Am 3. Tag nach der Injektion beträgt das Gewicht 580 g, das Tier verhält sich noch vollkommen normal, allerdings ist ihm die Gewichtsabnahme deutlich anzusehen.

Blutstatus: Hglb. 65%, Erythroz. 4100000, Leukoz. 5000 (polymorphkernige 76 %, Lymphoz. 23%, Übergangsz. 1%, große Mononukleäre $^1/_2$%).

Am 4. Tag nach der Injektion beträgt das Gewicht 570 g, das Tier ist merklich verändert. Das Tier sitzt still im Käfig, frißt weniger, leistet beim Ergreifen keinen Widerstand.

Blutstatus: Hglb. 60%, Erythroz. 2500000, Leukoz. 950, (neutrophile 65, Lymphoz. 30, große mononukleäre $4^1/_2$%, eos. $^1/_2$%).

Am 5. Tag nach der Injektion beträgt das Gewicht 550 g, das Tier verhält sich heute noch ruhiger, fast teilnahmslos, reagiert kaum beim Einschnitt ins Ohr bei der Blutentnahme, frißt jedoch immer noch.

Blutstatus: Hglb. 65%, Erythroz. 3400000, Leukoz. 300.

Obwohl von vier Ausstrichen zwei sehr dick angefertigt wurden, ist es trotzdem bei der geringen Gesamtleukozytenzahl nicht mehr möglich, auch trotz genauester Durchsicht mit dem Kreuztisch sichere Prozentzahlen auszuzählen. Es fanden sich bei fast restloser Durchmusterung im ersten Ausstrich neun Lymphozyten, im zweiten Ausstrich fünf Lymphozyten und zwei polymorphkernige, im dritten drei Lymphozyten, im vierten — —.

Am 6. Tag nach der Injektion beträgt das Gewicht 500 g, das Tier ist vollkommen teilnahmslos, rührt sich kaum, sieht sehr mager und struppig aus. Blut bei Inzision ins Ohr sehr schwer zu erhalten.

Blutstatus: Hglb. 63%, Erythroz. 3300000, Leukoz.: auf den vier Randquadraten der Bürkerschen Kammer insgesamt drei.

Bei genauester Durchsicht zweier sehr dicker Ausstriche mit dem Kreuztisch finden sich im ersten Ausstrich drei Lymphozyten, im zweiten Ausstrich fünf Lymphozyten. In zwei dünnen Ausstrichen finden sich keinerlei Lymphozyten mehr.

Am 7. Tag nach der Injektion beträgt das Gewicht 470 g, das Tier verhält sich im wesentlichen wie gestern, frißt kaum noch.

Blutstatus: Hglb. 60%, Erythroz. 3100000, Leukozyten: in den vier Randquadraten der Bürkerschen Kammer zusammen ein Leukozyt.

Am 8. Tag nach der Injektion Tod des Tieres.

Sektion.

An den Brustorganen keine makroskopisch sichtbaren Veränderungen.

Abdomen: Magen stark gebläht, teilweise mit noch ziemlich frischer Nahrung gefüllt.

An der großen Kurvatur ausgedehnte strich- und punktförmige Blutungen. Darm mit Kot gefüllt, am Kolon teilweise flächenhafte Blutungen, im Verlauf der Tänie, an der das Mesokolon ansetzt. An einer Stelle ein linsengroßer, bereits nekrotischer Bezirk.

Mesenterium und Mesokolon enthalten einige vergrößerte Lymphdrüsen.

Milz ziemlich klein, ca. $1^1/_2$ cm lang, $^3/_4$ cm breit.

Leber weist Blutungen auf, besonders in der Gallenblasengegend.

Extremitäten: Femur und andere Röhrenknochen nur in den epiphyseren Partien noch Mark von einigermaßen fester Konsistenz enthaltend, im übrigen ist dasselbe fast flüssig, schmierig, himbeerfarben.

Histologische Untersuchung.

Im Knochenmark hochgradige Blutung ins Gewebe, im Diaphysenteil des Markes teilweise starke bzw. vollständige Zerstörung der Maschenstützsubstanz. Im Epiphysenteil ist sie im wesentlichen erhalten, vor allem fällt die außerordentliche Zellverarmung an Parenchymzellen auf.

In der Milz Bindegewebe vermehrt, starke Hyperämie, sehr weite Lymphräume, diffuse Blutungen, Zellarmut in den Follikeln, Pulpazellen auffallend mit Pigment (Blutpigment, Hämosiderinreaktion positiv) gefüllt.

Lymphdrüsen: Starke Gefäßerweiterung und Füllung, vielfach freies Bl. (Resorption aus der Umgebung, den Därmen?) unter der Kapsel und von da in die erweiterten, die Drüsen durchziehenden Lymphräume übergehend. Zwischen der Follikeln bindegewebige Granulationen. Relative Armut an lymphozytären Elementen in den Follikeln. Vereinzelte Zellhaufen mit Pigment (Blutpigment, Hämosiderinreaktion positiv).

Die Daten des vorliegenden Thorium X-Versuches zeigen uns in Bezug auf die Gewichtsverhältnisse, den Hämoglobin- und Erythrozytenstatus und den anatomisch-pathologischen Befund die bekannten Resultate, über die ja, wie gesagt, wesentliche Meinungsverschiedenheiten nicht mehr bestehen dürften.

In Bezug auf den Hauptgegenstand unserer Untersuchung, die weißen Blutkörperchen, die wir zweckmäßig zuerst in toto betrachten wollen, hat sich ergeben, daß die Gesamtleukozytenzahl, wenn auch mit starken Schwankungen, so doch alles in allem bis zum 3. Tag nach der Injektion stark zunimmt (am 1. Tage wurde dabei die Höchstzahl beobachtet). Nach dem 3. Tag beginnt der Sturz — gewaltig einsetzend (am 4. Tage sehen wir nur noch den vierten Teil der Gesamtleukozytenzahl wie vor der Injektion im Blut). Ohne Remissionen und jedesmal innerhalb 24 Stunden in stetig wachsendem Fall geht die Gesamtleukozytenzahl herunter. Am 7. Tag nach der Injektion (vor dem Exitus des Tieres) besteht eine Leukopenie, die an Aleukozytose grenzt.

Entsprechend diesem Anwachsen der Gesamtleukozytenzahl bis zum 3. Tag nach der Injektion sehen wir bis zu diesem Tag ein stetiges Anwachsen (ohne Remissionen) sowohl der absoluten wie der Prozentzahlen der polymorphkernigen Leukozyten (die Prozentzahl ist an diesem Tage achtmal so groß wie vor der Injektion). Vom 4. Tag an tritt dann eine von Tag zu Tag an Intensität zunehmende Verminderung sowohl der Prozentzahlen wie der absoluten Zahlen der polymorphkernigen ein. Vom 6. Tag ab (bei allgemeiner hochgradiger Leukopenie) sind sie denn auch in absoluter Zahl trotz eifrigster genauer Durchzählung von mehreren (vier), zum Teil sehr langen und dicken Ausstrichen nicht mehr im Blutbild zu finden.

Die Lymphozyten nehmen gleich nach dem 1. Tag post injectionem absolut stetig ab, prozentualiter müssen sie sich natürlich umgekehrt wie die Knochenmarkselemente verhalten, d. h. sie nehmen bis zum 3. Tage ab, aber nachdem steigt ihre Prozentzahl, und zwar entsprechend der danach weit schnelleren Abnahme der Knochenmarkselemente, nach deren Verschwinden sie dann (unter hochgradiger Leukopenie am 6. Tag) zu 100% im Blut vertreten sind, d. h. sie bleiben dann eben als einzige Leukozytenform im Blut übrig.

Ergebnis.

Bei eintretender Leukopenie werden vor allem die polymorphkernigen Leukozyten vermindert. — Die Lymphozyten nehmen auch ab, überwiegen dann aber prozentual und absolut und sind schließlich nach völligem Verschwinden der polymorphkernigen Leukozyten als einzige leukozytäre Zellform übrig geblieben.

Zur Übersicht folgende Tabelle:

I. Übersichtstabelle.

(Daten des Thorium X-Versuches.)

Absolute Zahlen		Tage	Gesamt-leukozyten-zahlen	Prozentzahlen	
polymorph-kernige	Lympho-zyten			polymorph-kernige	Lympho-zyten
315	3115	vor Injektion	3500	9	89
3160	4661	1. Tag nach Injektion	7900	40	59
2160	1716	2. " " "	3900	54	45
3800	1150	3. " " "	5000	76	23
617,5	285	4. " " "	950	65	30
2,0	15	5. " " "	300	13	87
			auf den 4 Randquadraten der Bückerschen Kammer insgesamt:	(ungefähr)	(ungefähr)
	7	6. " " "	3	—	—
		7. " " "	1	—	—

Röntgenbestrahlungsversuch.

Ein Meerschweinchen (B) sollte nach Feststellung seines Blutstatus (Leukozytenzahl mit Differentialzählung) und Gewichts im Verlauf mehrerer Sitzungstage durch große Bestrahlungsdosen getötet werden. Das Tier wurde, um eine möglichst gleichmäßige Bestrahlung des ganzen Körpers zu erzielen, inmitten des Strahlenkegels aufgestellt. Eine Gesamtbestrahlungszeit von 5 Stunden 26 Minuten an acht verschiedenen Sitzungstagen führte den Exitus herbei. Die Sitzungen wurden stets zur selben Tageszeit vorgenommen. Bei diesem Tier wurde bei dem 24stündlichen Blutstatus nur die Leukozytenzahl (Differentialzählung) festgestellt.

Meerschweinchen B.

24. II. 19. Vor Bestrahlung: Lebhaftes kräftiges Tier, Gewicht 490 g. Leukozyten 12500 (polymorphkernige $13^1/_2$%, Lymphozyten 85%, eosinophile $^1/_2$% und Übergangszellen 1%).

Nach der 1. Bestrahlung: Gewicht 490 g, Tier unverändert. Lenkozyten 9000 (polymorphkernige 32%, Lymphoz. 66%, eos. $1^1/_2$%, Übergangsz. $^1/_2$%).

Nach der 2. Bestrahlung: Gewicht 470 g, Tier völlig unverändert, lebhaft, frißt reichlich. Leukozyten 15000 (polymorphk. 55%, Lymphoz. 44%, eos. 1%).

Nach der 3. Bestrahlung: Gewicht 470 g, Tier unverändert. Leukozyten 6000 (polymorphk. 61%, Lymphoz. 33%, eos. 3%, Übergangsz. 1%).

Naeh der 4. Bestrahlung: Gewicht 460 g, Tier unverändert. Leukoz. 750 (polymorphk. 27%, Lymphoz. 69%, eos. 2%, Übergangsz. 2%).

Nach der 5. Bestrahlung: Gewicht 450 g, Tier matt. Leukoz. 2900 (polymorphk. 14%, Lymphoz. 84%, eos. 1%, Übergangsz. 1%).

Nach der 6. Bestrahlung: Gewicht 460 g, Tier seit gestern nicht weiter verändert (matt). Leukoz. 1000 (polymorphk. 5%, Lymphoz. 92%, eos. 5%).

Nach der 7. Bestrahlung: Gewicht 450 g, Tier frißt noch regelmäßig, ist im übrigen aber ziemlich matt. Leukozyten 600 (polymorphk. 1% — der schon im Zerfall begriffen und bei der Auszählung aus reichlichem Auszählungsmaterial [auf 200 Lenkozyten wurde bei Differentialzählung berechnet] nur in diesem einen Exemplar vertreten ist —, Lymphoz. 97½% [98%], eos. 1%, große mononukleäre 1%).

Nach der 8. Bestrahlung am 5. III. tritt der Exitus ein.

Das Tier scheint im ganzen nicht wesentlich abgemagert.

Sektion.

Brusthöhle: Teilweises Lungenödem.

Abdomen: Mit frischer Nahrung stark angefüllter Magen, er wie der Darm makroskopisch ohne Befund.

Am Mesenterium und Mesokolon hanfkorngroße Lymphdrüsen.

Milz: 3 cm lang, 1 cm breit.

Extremitäten: Knochenmark der Röhrenknochen völlig himbeerfarben, bis auf schmale gelatinös zusammenhängende Streifen flüssig, so daß man es wie Blut ausstreichen kann.

Histologische Untersuchung.

Knochenmark: Sowohl in den Epiphysen als auch in den Diaphysen der Röhrenknochen teilweise völlige Zerstörung der maschigen Stützsubstanz. Hochgradige Blutungen, Verarmung an Paremchymzellen.

Milz: Gefäßerweiterung und weite Lymphräume, Pulpazellen voll grünlichgrauen Pigments (Hämosiderinreaktion positiv), deutliche Follikelatrophie, Vermehrung des Bindegwebes.

Lymphdrüsen: Hyperämie, weite Lymphräume, sehr starke Bindegewebsgranulationen. In einzelnen Zellhaufen braunes Pigment (Blutpigment Hämosiderinreaktion positiv), auffallende Lichtung der Follikel.

Bei vorliegendem Röntgenbestrahlungsversuch wurde der gleichfalls bei Strahleneinwirkung längst bekannte und fast übereinstimmend geschilderte pathologisch-anatomische Befund in den blutbildenden Organen, Knochenmark, Milz und Lymphdrüsen gefunden, außerdem auch die bekannte tägliche Gewichtsabnahme in vivo. Hinsichtlich des histologischen Befundes der Lymphdrüsen sei hier noch bemerkt, daß die Zerstörungen qualitativ dieselben sind wie bei Thorium X-Einwirkung. Sie erscheinen nur sehr viel weitgehender. Diese Beobachtung findet ihre Erklärung in der Tatsache, daß das Thorium X, wie durch die Untersuchungen von Falta, Plesch und vor allem Metzner festgestellt ist, sich ungleichmäßig im

Körper verteilt. Die größten Mengen werden im Knochenmark und in der Milz gefunden. Die Röntgenstrahlen dagegen durchdringen den Körper gleichmäßig.

Unser Hauptinteresse gilt auch hier wieder der Beobachtung der leukozytären Elemente (der Lymphozyten und der Knochenmarkelemente). Betrachten wir zunächst einmal dazu das Verhalten aller Leukozytenformen als Ganzes: Die Gesamtleukozytenzahl ist nach der zweiten Bestrahlung nicht wesentlich erhöht und nimmt dann stetig ab (nur nach der 4. Bestrahlung ist eine unwesentliche Remission). Nach der vorletzten Bestrahlung sehen wir hochgradige Leukopenie (600). Nach der letzten Bestrahlung ging das Tier leider ein, ehe noch einmal eine Zählung vorgenommen werden konnte.

Die polymorphkernigen nehmen prozentualiter bis zum Tage nach der 3. Bestrahlung, absolut bis zum Tage nach der 4. Bestrahlung zu, dann prozentualiter und absolut rapid ab. Nach der 7. Bestrahlung beim letzten Blutstatus finden sich bei Berechnung der Prozentzahlen aus 200 ausgezählten Zellen nur noch sehr fragwürdige Reste eines polymorphkernigen.

Die Lymphozyten nehmen in absoluter Zahl von Anfang an fast stetig ab. Die Prozentzahlen verhalten sich naturgemäß umgekehrt wie die der Knochenmarkselemente, nehmen also bis nach dem 3. Bestrahlungstage ab, dann bis zur letzten Zählung stetig zu, bis sie zu 98 bzw. $97^1/_2$% das leukozytäre Blutbild darstellen (zu $97^1/_2$%, wenn die unter 200 Zellen gefundenen, dem Bestandteile eines polymorphkernigen Leukozyten ähnlichen Reste als polymorphkerniger Leukozyt gezählt werden).

Ziemlich hochgradige Leukopenie von 600 vor der letzten Bestrahlungsdosis $1^1/_2$ Tage vor dem Exitus des Tieres zeigt also völligen bzw. so gut wie völligen Schwund der polymorphkernigen Leukozyten, während die Lymphozyten $97^1/_2$% bzw. 98% aller Leukozyten ausmachen, neben denen dann noch 2% andere Zellen (ein großer mononukleärer und ein eosinophiler Leukozyt) sich behaupten.

Ergebnis.

Bei eintretender Leukopenie werden vor allem die polymorphkernigen Leukozyten vermindert. Die Lymphozyten nehmen auch ab, überwiegen dann aber prozentual und absolut und sind schließlich nach völligem Verschwinden der polymorphkernigen Leukozyten noch im Blutbild zu finden (fast als einzige leukozytäre Zellform).

II. Übersichtstabelle.
(Röntgenbestrahlungsversuch.)

Absolute Zahlen		Bestrahlungstag	Gesamtleukozytenzahl	Prozentzahlen	
polymorphkernige	Lymphozyten			polymorphkernige	Lymphozyten
1687,5	10375	0 (vor Bestrahlung)	12500	13,5	83
2880	5940	1.	9000	32	66
8250	6600	2.	15000	55	44
3660	1980	3.	6000	61	33
2025	5175	4.	7500	27	69
406	2436	5.	2900	14	84
50	920	6.	1000	5	92
(?)	576	7.	600	1,5 (?)	97,5 (98?)

Es konnte gezeigt werden, daß sowohl unter Einwirkung von Thorium X als auch von Röntgenstrahlen das Ergebnis hinsichtlich der Einwirkung der leukozytären Formen ein gleiches war. Beide Versuche bestätigen zunächst in ihrem Verlauf die von Rosenow, Arneth und Silva-Mello gemachten Beobachtungen.

Der vorliegende Thorium X-Versuch zeigt dabei noch in der absoluten und prozentualen Abnahme, zumal der polymorphkernigen Leukozyten. sowie der Gesamtleukozytenzahl ein gewisses, auch von anderen Autoren beobachteten System, nämlich Anstieg bis zum 3., 4. Tag, dann jähen Absturz.

Wenn nun bei von Tag zu Tag sich änderndem Blutbild bei dem Thorium X-Versuch ein gewisses System erkenntlich wurde, worauf, wie gesagt, schon Rosenow hinweist, und bei der Röntgenbestrahlung dies nicht ausgeprägt war, so erhellt dieser kleine Unterschied im Verlauf der Versuche aus der verschiedenen Applikationsweise der Strahlen, die bei dem Thorium X-Versuch mit einer gewissen Konstanz bzw. mit gesetzmäßig abnehmender Stärke, bei dem Röntgenbestrahlungsversuch hingegen mit 24stündiger Unterbrechung und stetig wechselnder Dauer und Stärke einwirkten.

Das Verhalten der Lymphozyten ist in beiden Fällen ein durchweg gleiches. Sie nehmen vom 1. bzw. 2. Tag fast stetig ab, überwiegen dann aber prozentual und absolut und sind schließlich nach vollkommenem bzw. so gut wie vollkommenem Verschwinden der polymorphkernigen Leukozyten im Blute übriggeblieben.

Schließlich konnte durch meine Untersuchungen ein erneuter Beweis für die Richtigkeit der von Gudzent entwickelten Anschauung erbracht werden, daß die verschiedenen Strahlenarten sich in ihren biologischen Wirkungen qualitativ gleich verhalten.

Literatur.

Arneth, Thorium X bei perniziöser Anämie. Berl. kl. Woch. v. 11. 4. 1914. — Derselbe, Thorium X auf das Blutzellleben. Dt. med. Woch. 1913, Nr. 16, 17. — Aubertin und Delamose, Wirkung des Radiums auf das Blut. Dt. med. Woch. 1908, Nr. 47. — Balthazard, Etude physiologique et thérapeutique des radiations émises par les cors radioactifs et les émanations. Arch. d'Electr. méd. Nr. 191, Juni 1906. — Bouchard, Curie u. Balthazard, Action toxique et localisation de l'émanation du Radium. Cpt. r. de l'Acad. des Sciences 1904, Vol. 138, u. 1916, Vol. 142, S. 819. — Brill u. Zehner, Über die Wirkung von Injektionen löslicher Radiumsalze auf das Blutbild. Berl. kl. Woch. 1912, Nr. 22. — Falta, Wien. kl. Woch. 1912. — Gudzent, Grundriß zum Studium der Radiotherapie. Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien 1919. — Derselbe, Zur Frage der Vergiftung mit Thorium X. Berl. kl. Woch. 1912, S. 932. — Gudzent u. Margarete Levy, Vergleichende histologische Untersuchungen über α-, β- und γ-Strahlen. Strahlentherapie 7, H. 1. — Margarete Levy, Über Veränderung weißer Blutkörperchen nach Injektionen therapeutischer Dosen löslicher Radiumsalze. Radium in Biologie und Heilkunde 1, H. 9, 2, H. 1. — Domarus, A. von, Weitere Beiträge zur biologischen Wirkung des Thorium X. Strahlentherapie 4, H. 2. — Derselbe u. V. Salle, Über die Wirkung des Thorium X auf die Blutgerinnung. Berl. kl. Woch. 1912, Nr. 43. — London, Einwirkung der Radiumstrahlen. Berl. kl. Woch. 1903, Nr. 23. — Derselbe, Weitere Untersuchungen über Radiumeinwirkung. Berl. kl. Woch. 1905, Nr. 42. — Heinecke, Zur Kenntnis der Radiumstrahlen. Einwirkung auf das tierische Gewebe. Mün. med. Woch. 1904, Nr. 31. — Derselbe, Mitteilungen aus dem Grenzgebiet der Medizin und Chirurgie 1904, S. 21. — Hirschfeld u. Meidner, Berl. kl. Woch. 1912, Nr. 21. Ztschr. f. kl. Med. Nr. 77. — Pappenheim-Plesch, Experimentelle und histologische Untersuchungen zur Erforschung der Wirkung des Thorium X auf den tierischen Organismus. Ztschr. f. exp. Pat. 12, H. 1. — Rosenow, Mün. med. Woch. 1913, Nr. 40. — Derselbe, Über die Resistenz der einzelnen Leukozytenarten des Blutes gegen Thorium X. Ztschr. f. exp. Med. 3, H. 6. — Da Silva-Mello, Experimentelle Untersuchungen über die biologische Wirkung des Thorium X, insbesondere auf das Blut. — Salle, V., Zur biologischen Wirkung von Thorium X. Strahlentherapie 3, H. 1. — Velden, van der, Veränderung der Gerinnungszeit des Blutes durch Radiumemanation. Dt. Arch. f. kl. Med. 108.

Aus der I. medizinischen Universitätsklinik Berlin (Dir.: Geh.-Rat His).

Der Einfluß ultravioletter Strahlen auf die inneren Organe der Maus.

Von

Dr. **Margarete Levy**, Assistentin der Klinik.

(Mit 6 Abbildungen auf Tafeln.)

In Band 7 (1916) der Strahlentherapie habe ich über anatomische Veränderungen an der Milz der Maus nach Bestrahlung mit ultraviolettem Licht (künstlicher Höhensonne) berichtet.

Dieselben sind dort eingehend geschildert, so daß ich auf eine nochmalige Wiedergabe an dieser Stelle verzichten kann.

Nach Feststellung dieser hochgradigen Veränderungen, welche doch eine größere Tiefenwirkung der ultravioletten Strahlen, als man bisher annahm, vermuten ließen, erhob sich nun die Frage: Ist die Strahlenwirkung des ultravioletten Lichtes für die Milz spezifisch oder werden auch andere innere Organe durch ultraviolette Strahlen sichtbar anatomisch beeinflußt? Diese Frage ist bis jetzt noch ungelöst, da, soweit ich die inländische Literatur überblicke (die ausländische ist mir zurzeit nicht zugänglich) Untersuchungen, die zur Lösung dieser Frage beitragen könnten, nicht angestellt sind. Nur der Nachweis anatomischer Veränderungen auf die Haut ist näher studiert. Die Anschauung, daß das Penetrationsvermögen ultravioletter Strahlen nur gering ist, scheinbar bewiesen durch Experimente von Rollier[1]), Finsen[2]), Jansen[3]), Bach[4]) u. a., ist so allgemein verbreitet, daß Versuche, die geeignet wären, diese Anschauungen zu widerlegen, nicht angestellt sind. Neuere Arbeiten, besonders der Kriegszeit, sind vorwiegend unter klinischen, rein empirischen Gesichtspunkten verfaßt. Erklärungen über die Wirkungsweise der ultravioletten Strahlen auf tieferliegende Organe, wie sie von den ausgezeichneten Heliotherapeuten Bernhard und Rollier

---

1) Heliotherapie der Tuberkulose.

2) Mitt. aus Finsens Med. Lys.-Inst. 1903.

3) Unters. über die Fähigkeit der bakteriziden Lichtstrahlen, durch die Haut zu dringen. Mitt. aus Finsens Med. Lys.-Inst. H. 4, 1903.

4) Würzburger Abhandlungen. Bd. 15, H. 1/2.

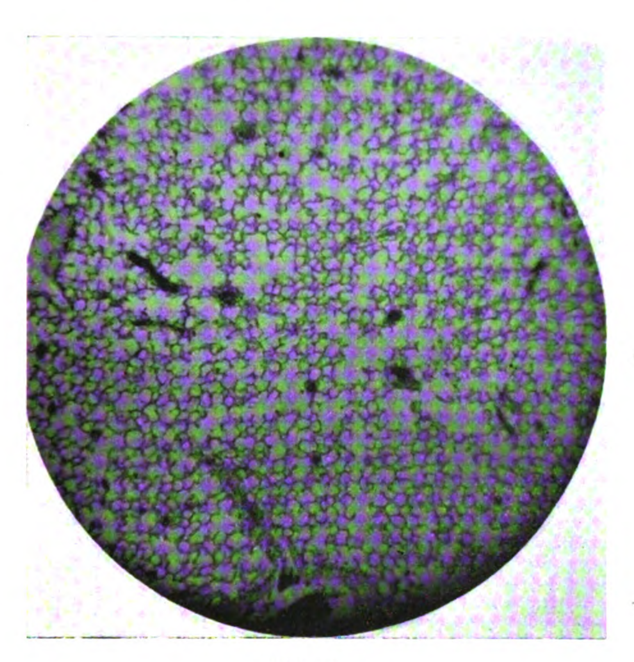


Abb. 1.
Durchschnitt durch die normale Lunge einer Maus.

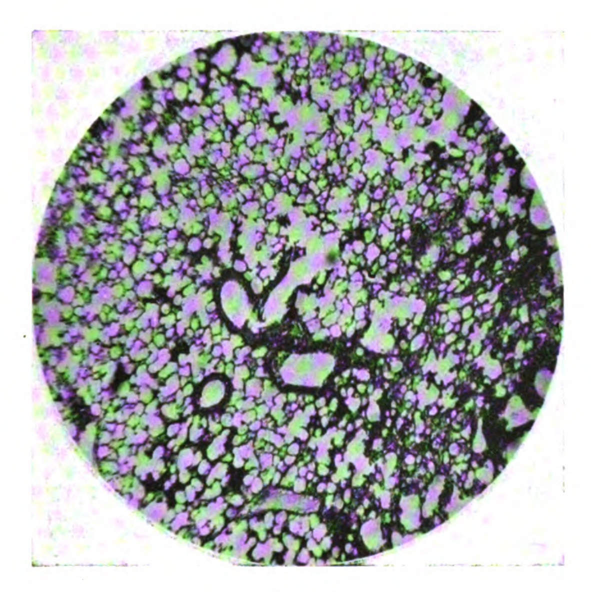
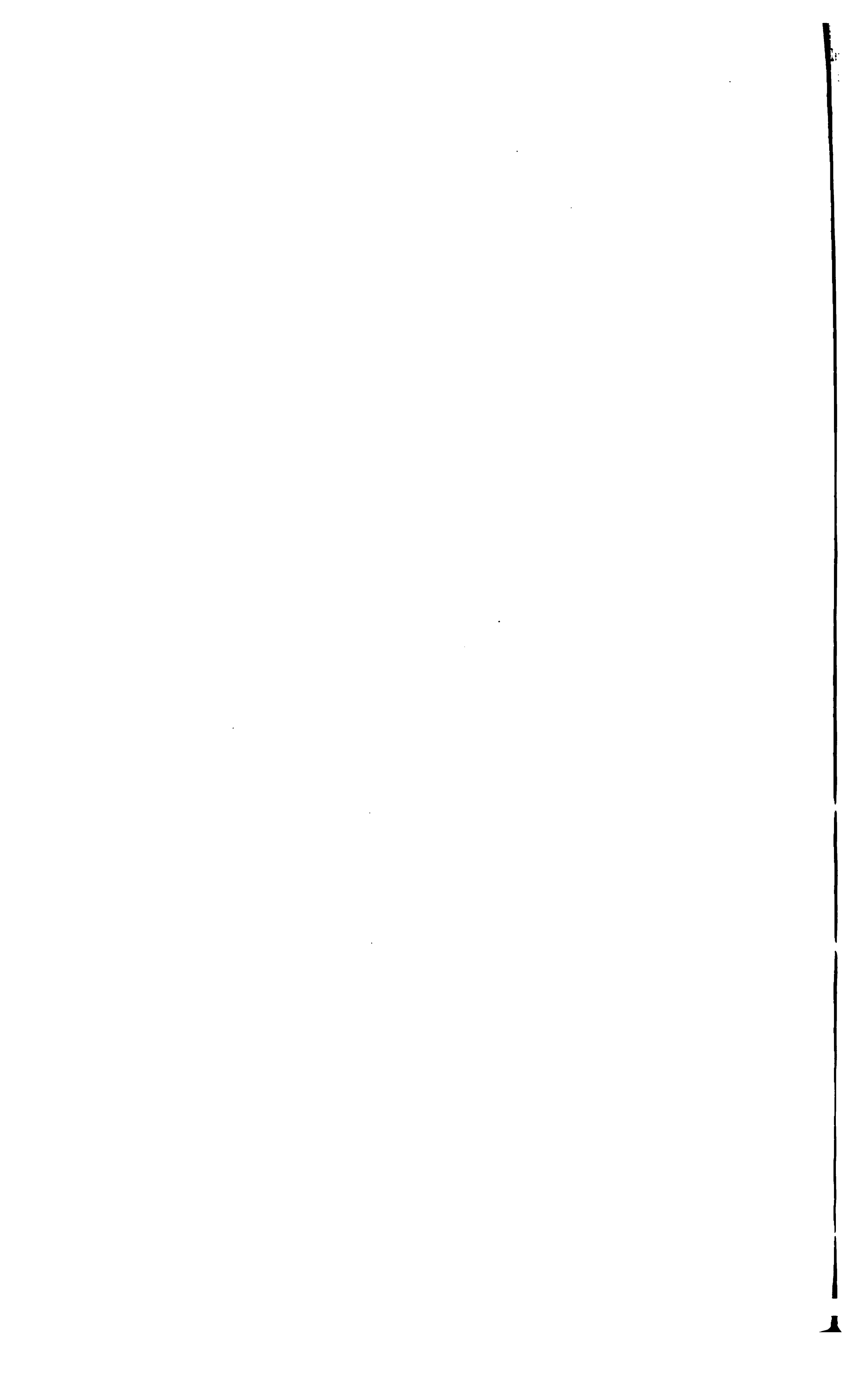


Abb. 2.
Schnitt durch die Lunge einer 1 Stunde mit ultraviolettem Licht bestrahlten Maus.

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien.



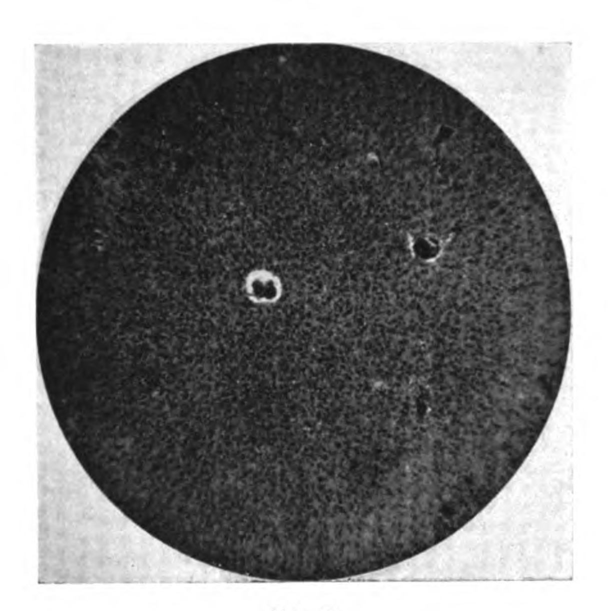


Abb. 3.
Schnitt durch die normale Leber einer Maus.

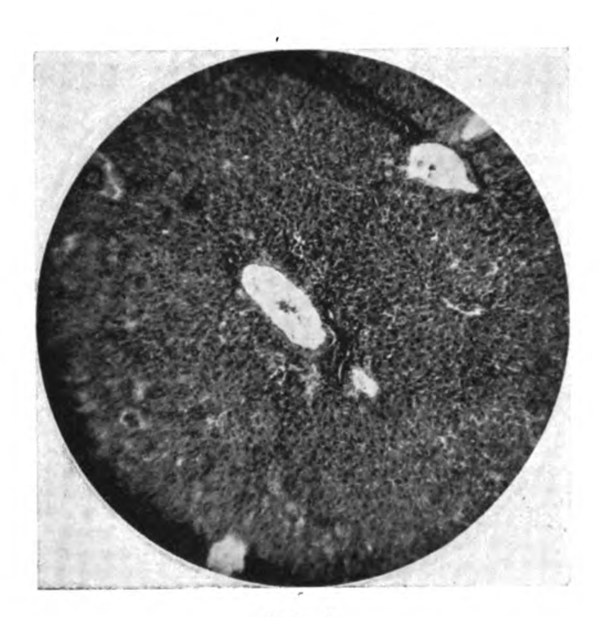
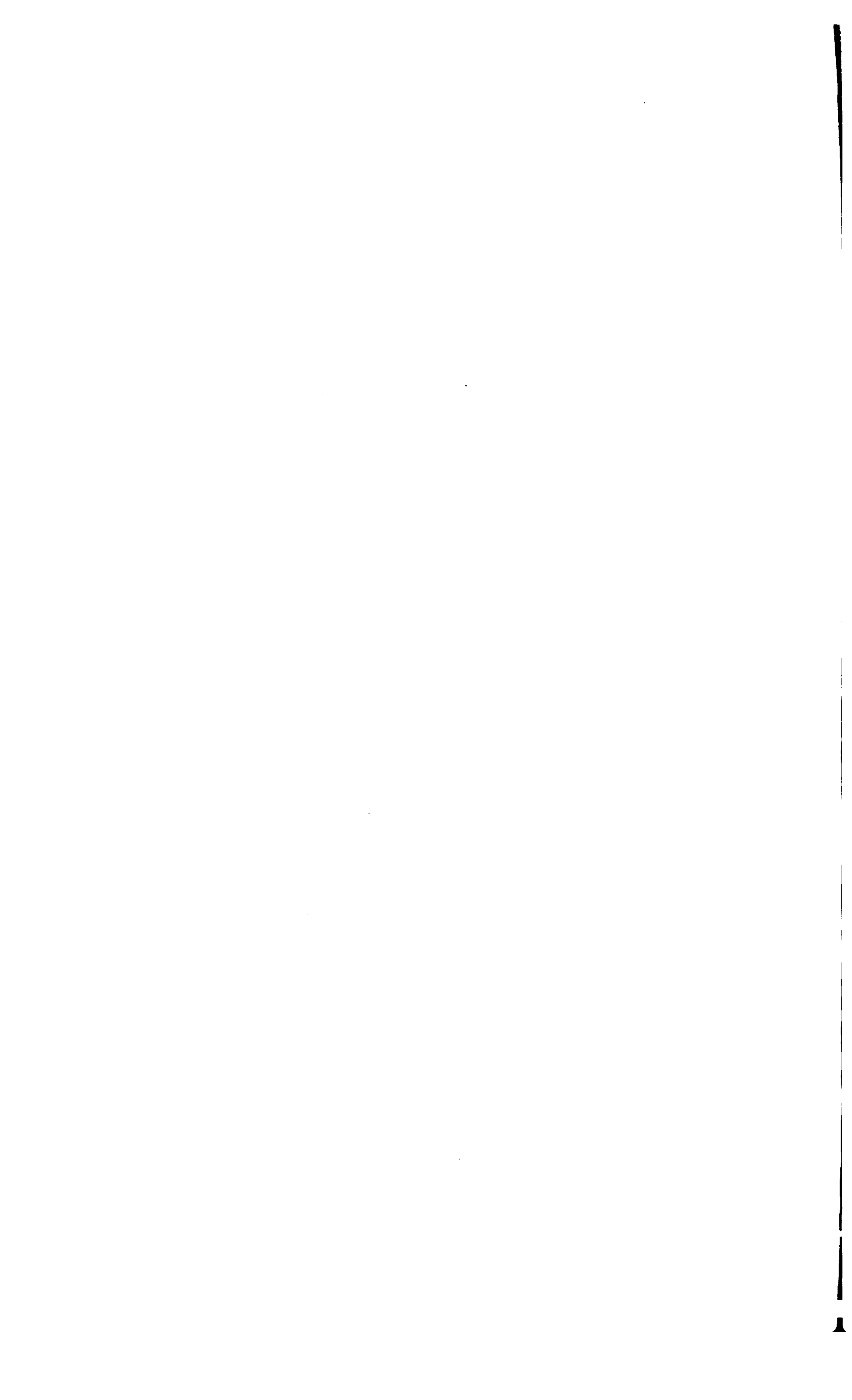


Abb. 4.
Schnitt durch die Leber einer mit ultraviolettem Licht bestrahlten Maus mit starker Infiltration.

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien.



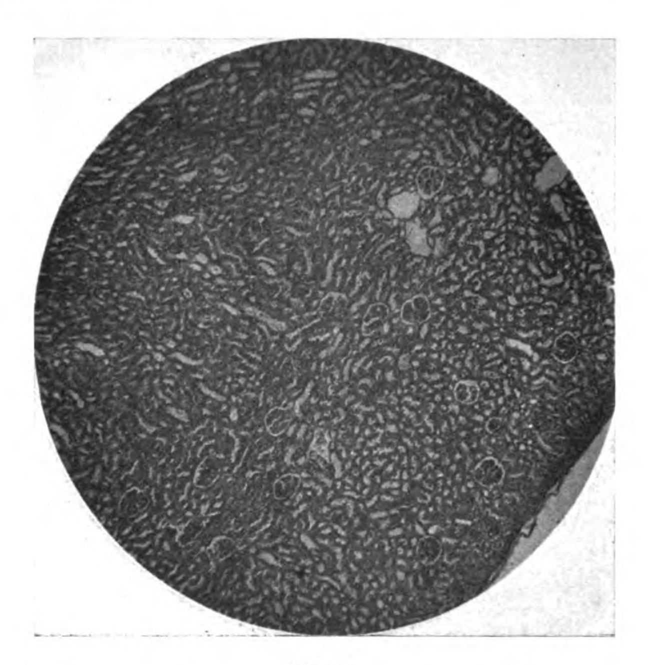


Abb. 5.
Schnitt durch die normale Niere einer Ratte.

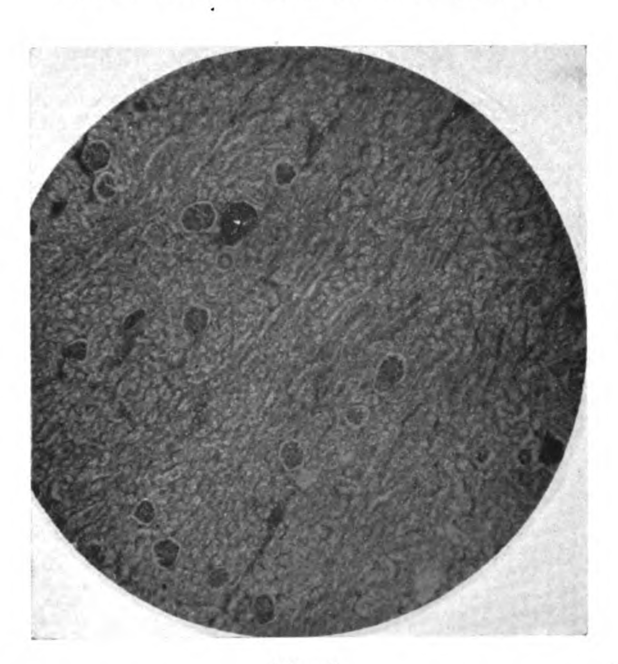
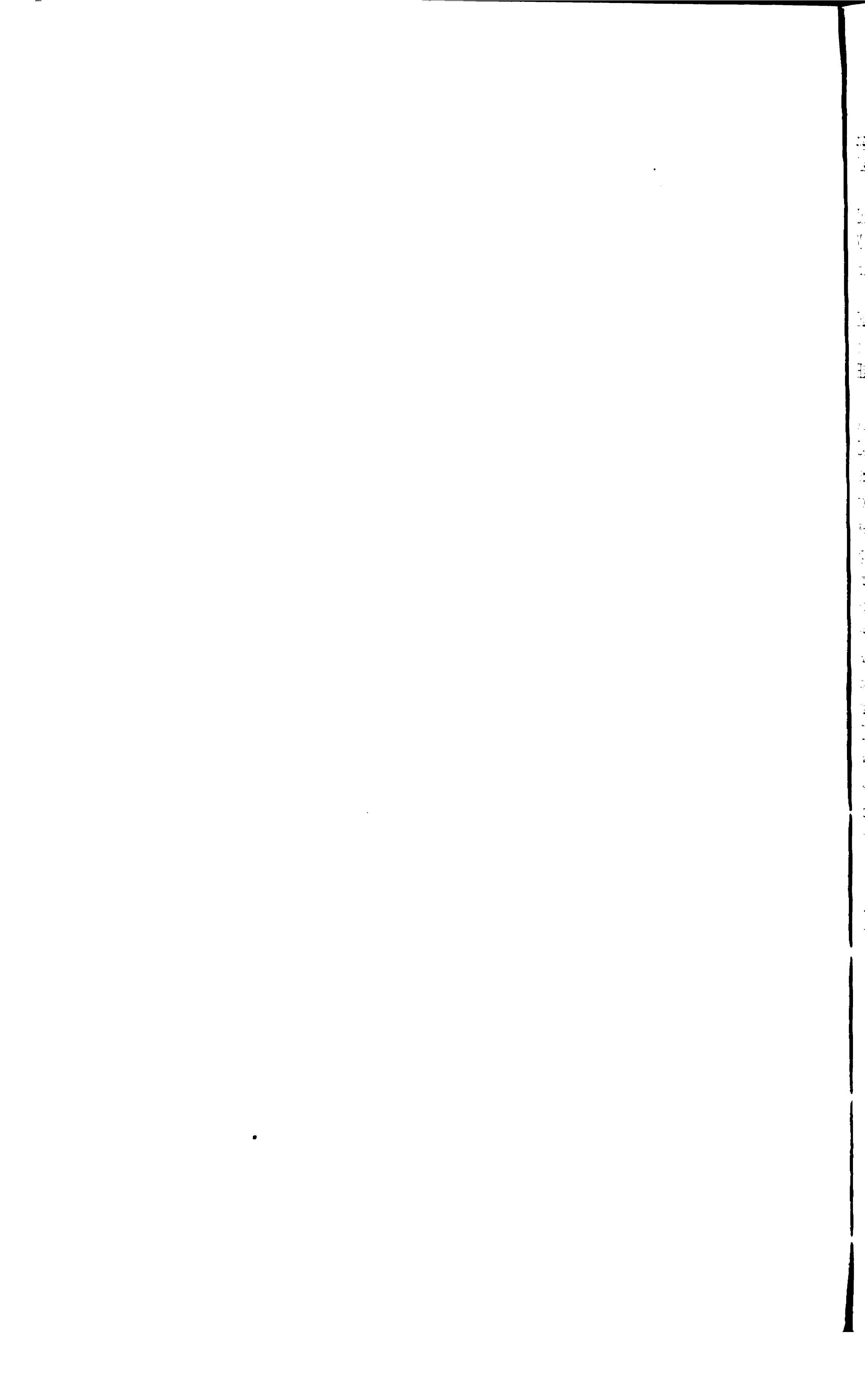


Abb. 6.
hnitt durch die Niere einer mit ultraviolettem Licht bestrahlten Ratte. Blutungen und Hyperämie.

Verlag von Urban & Schwarzenberg, Berlin-Wien.



gegeben sind, sind wohl hypothetischer Natur, speziell die Rolliers, daß das in der Haut gebildete Pigment die Rolle eines Transformators spielt.

Es wurden deshalb, um der Frage der Organwirkung des ultravioletten Lichtes näher zu kommen, die inneren Organe derselben Tiere, die die Milzveränderungen aufwiesen, einer eingehenden spez. mikroskopischen Untersuchung unterzogen.

Die Bestrahlungsdauer schwankte zwischen 10 Minuten und 56 Stunden. Dann wurden die Tiere durch Durchschneiden der Kehle getötet, die Organe in Formalin gelegt, sodann in Paraffin eingebettet und die Schnitte mit Hämalauneosin gefärbt.

Über die makroskopischen Veränderungen läßt sich kurz sagen, daß bei Eröffnung der Tiere ein starker Blutreichtum der Lungen und der Leber auffiel, jedoch erreichte die Hyperämie und die Vergrößerung dieser Organe keineswegs das bei der Milz geschilderte Maß im Vergleich zum normalen. Nieren, Geschlechtsorgane, Magendarmkanal zeigen keine Abweichung von der Norm. Mikroskopische Veränderungen: 1. Lunge: Entsprechend der schon makroskopisch wahrnehmbaren Blutfülle zeigt sich auch im mikroskopischen Bild ein außerordentlicher Blutreichtum. Die Gefäße sind strotzend mit roten Blutkörperchen angefüllt, manchmal so stark, daß es zum Austritt großer Mengen Blut durch die Kapillarendothelien in die Alveolen kommt, die vollständig ausgefüllt erscheinen. Das mikroskopische Bild der Lunge gleicht dann dem, wie man es beim hämorrhagischen Infarkt sieht. Die Veränderungen gehen jedoch durchaus nicht parallel der Dauer der Bestrahlung. Individuelle Empfindlichkeit scheint dabei eine wesentliche Rolle zu spielen, eine Beobachtung, die sich mit den am Menschen gemachten deckt. So zeigte z. B. die Lunge eines nur eine Stunde bestrahlten Tieres bereits eine beträchtliche Hyperämie, während ein durch vier Wochen täglich zwei Stunden bestrahltes Tier dieselbe vermissen ließ.

Tier a. 10 Min. bestrahlt. Lunge nicht verändert.

Tier b. 1 Stunde bestrahlt. Lunge in toto stark hyperämisch. Die Kapillaren strotzend mit Blut gefüllt. Austritt von Blut in die Alveolen, so daß dieselben ganz mit roten Blutkörperchen ausgefüllt sind.

Tier c. 2 Stunden bestrahlt. Lunge normal.

Tier I. Kopf mit Grün signiert, bestrahlt vom 24. II. bis 2. III. 15. Hyperämie der Lunge.

Tier II. Kopf blau signiert, bestrahlt vom 24. II. bis 8. III. 15. Sehr starke partielle Hyperämie, z. T. mit Blutungen in die Alveolen.

Tier III. Kopf mit Rot signiert, bestrahlt vom 24. II. bis 11. III. 15. Partielle Hyperämie und Blutungen.

Tier IV. Rücken rot signiert, bestrahlt vom 24. II. bis 11. III. 15. Lunge o. B.

Tier V. Rücken blau signiert, bestrahlt vom 24. II. bis 19. III. 15. Strotzend gefüllte Kapillaren, Alveolen frei.

Tier VI. Rücken grün signiert, bestrahlt vom 24. II. bis 23. III. 15. Lunge o. B.

Die gelegentlich vorkommende Hyperämie einzelner Lungenteile in der normalen Mäuselunge ist nie so ausgedehnt wie die in der Lunge des bestrahlten Tieres.

2. Leber: Die normale Mäuseleber ist ein ziemlich blutreiches Organ, welches zuweilen an manchen Stellen eine Anhäufung von Rundzellen um die größeren Gefäße zeigt. Kurze Zeit (von 10 Minuten bis zu 2 Stunden) bestrahlte Mäuse weisen nur eine geringe Hyperämie der Leber auf. Anders die länger bestrahlten.

Tier I. Kopf grün signiert, bestrahlt vom 24. II. bis 2. III. 15 je 2 Stunden. Ausgedehnte Rundzelleninfiltration um die Gefäße, aber auch intraazinär. Hyperämie.

Tier II. Kopf blau signiert, bestrahlt vom 24. II. bis 8. IV. 15 je 2 Stunden. Hochgradige diffuse Rundzelleninfiltration um die Gefäße zwischen den einzelnen Leberzellbalken.

Tier III. Rücken rot signiert, bestrahlt vom 24. II. bis 11. III. 15. Läppchenzeichnung undeutlich. Schlechte Kernfärbung. Zerstörung der Leberzellbalken.

Tier IV. Kopf rot signiert, bestrahlt vom 24. II. bis 11. III. 15. Ausgedehnte Rundzelleninfiltrate um die Gallengänge. Nekrosen.

Tier V. Rücken blau signiert, bestrahlt vom 24. II. bis 19. III. 15. Enorme Hyperämie, ausgedednte Nekrosen. Zerstörung der Leberzellbalken.

Tier VI. Rücken grün signiert, bestrahlt vom 24. II. bis 19. III. 15. Starke Hyperämie. Blutungen ins Leberparenchym, ausgedehnte Rundzelleninfiltrate.

Zusammenfassend läßt sich also über die Veränderungen der Leber nach Bestrahlung mit ultraviolettem Licht sagen, daß sie im wesentlichen bestehen in

1. Hyperämie,
2. Blutungen ins Parenchym,
3. ausgedehnter Rundzelleninfiltration um die Gefäße,
4. Nekrosen.

Diese Veränderungen betreffen die Lebern aller Tiere ziemlich gleichmäßig; unabhängig von der Dauer der Bestrahlung, mit Ausnahme der ganz kurze Zeit bestrahlten Tiere.

3. Niere: Die Beurteilung der Niere ist dadurch sehr erschwert, daß auch schon normalerweise der Blutgehalt dieses Organs bei der Maus sehr wechselnd ist. Jedenfalls ist die Beeinflussung derselben durch ultraviolettes Licht nur gering. Nur ein einziges Tier, das vom 24. II. bis 19. III. 15 mit der künstlichen Höhensonne bestrahlt war, weist eine beträchtliche Hyperämie auf. Im übrigen ist der Blutgehalt der kürzere Zeit (10 Min. bis 2 Stunden) bestrahlten Tiere eher etwas größer als der mit groben Dosen bestrahlten und betrifft besonders den Glomerusapparat. Gänzlich unbeeinflußt zeigte sich die Nebenniere.

4. Haut: Die Haut sämtlicher Tiere, sowohl der kurz bestrahlten, als auch der lange bestrahlten, zeigte keine Spur einer mikroskopischen Ver-

änderung, speziell fehlte jede Andeutung einer vermehrten Pigmentbildung. Auch diese Beobachtung stimmt überein mit den an Menschen gemachten Erfahrungen. Es ist ja bekannt, daß blonde, hellhäutige Menschen auf Sonnenstrahlung oder Bestrahlung mit künstlichen Lichtquellen überhaupt nicht oder mit unvollkommener Pigmentbildung antworten. Ebenso die pigmentarme oder pigmentfreie Haut der weißen Maus. Dieser Punkt ist von Wichtigkeit deshalb, weil durch den Nachweis des Mangels an Pigment in der Haut einerseits, der ausgedehnten Veränderungen an manchen inneren Organen andererseits, die Rolle des Pigments als Transformator, der ultraviolette Strahlen in solche von größerer Wellenlänge und stärkerer Penetrationsfähigkeit verwandeln kann, geleugnet werden muß.

Ebensowenig wie an der Haut, ließen sich auch an den Geschlechtsorganen irgendwelche mikroskopischen Veränderungen wahrnehmen.

Die an der Milz gefundenen Veränderungen lassen die Frage der Beeinflussung der Blutbildungsstätten durch ultraviolette Strahlen besonders wichtig erscheinen.

Es wurden deshalb die nach Pappenheim gefärbten Abschnitte der langen Röhrchenknochen der Tiere besonders untersucht.

Als Vorbemerkung muß vorangeschickt werden, daß die Knochenmarkspräparate der normalen Maus ziemlich eosinophile Zellen enthalten können.

Das Knochenmark der kurz bestrahlten Tiere verhält sich, von einer geringen Hyperämie bei Tier a (eine Stunde bestrahlt) abgesehen ganz wie das normale.

Tier I. Kopf mit Grün signiert, bestrahlt vom 24. II. bis 2. III. 15. Starke Hyperämie, sonst keine Veränderungen.

Tier II. Kopf mit Methylenblau signiert, bestrahlt vom 24. II. bis 8. III. 15. Die weißen Knochenmarkselemente stehen reichlich dicht; keine Atrophie des Marks, keine rote Umwandlung.

Tier III. Kopf mit Karbolfuchsin signiert, bestrahlt vom 24. II. bis 11. III. 15. Weiße Zellen sehr dicht stehend, wenig rote Blutkörperchen, starke Eosinophilie.

Tier IV. Rücken mit Rot signiert, bestrahlt vom 24. II. bis 11. III. 15.

Weiße Zellen dicht stehend, wenig rote Blutkörperchen. Großer Reichtum an Eosinophilen.

Tier V. Rücken mit Blau signiert, bestrahlt vom 24. II. bis 19. III. 15. Weiße Zellen sehr dichtstehend, starke Hyperämie.

Tier VI. Rücken mit Grün signiert, bestrahlt vom 24. II. bis 23. III. 15. Weiße Zellen dichtstehend, rote Zellen sehr spärlich.

Nirgends zeigt sich eine Andeutung von Schädigung der Blutbildungsstätten.

Die spezielle Untersuchung des Blutes soll an anderer Stelle berücksichtigt werden.

Ein ähnliches Verhalten wie die Organe der Maus zeigen auch die Organe von zwei Ratten, jedoch überwiegt bei diesen Tieren, besonders was die Niere, in der es zu ausgedehnten Blutaustritten kommt, anlangt,

die hyperämische Komponente, während die perivaskuläre Rundzelleninfiltration der Leber nicht besonders ausgeprägt ist. In einem Falle bestanden auch Blutungen in der Nebennierenrinde. Sehr ausgesprochen ist auch die Hyperämie der Lunge. In einem Falle fanden sich flächenhafte Blutungen.

Zusammenfassung.

Kurz dauernde Bestrahlungen mit ultraviolettem Licht (künstlicher Höhensonne) sind imstande, bei der Maus eine sichtliche Hyperämie besonders von Milz, Leber und Lunge, weniger der Niere hervorzurufen.

Lange dauernde Bestrahlungen, bis zu 56 Stunden, bewirken:

1. Besonders hochgradige Veränderungen der Milz, die das zwei- bis dreifache Volumen des normalen erreicht. Diese Vergrößerung ist einmal bedingt durch eine enorme Hyperämie der Pulpa und zweitens durch Entwicklung mächtiger, um die Follikel gelegener, kernarmer Bindegewebsmassen. Die Milz ist ferner ausgezeichnet durch reichliche Anhäufung von Megakaryozyten.

2. Veränderungen der Leber, die bestehen in einer mehr oder minder starken Hyperämie, die so stark sein kann, daß Blutungen in das Leberparenchym erfolgen. Ferner in mächtigen um die Gefäße und auch regellos intraazinär gelegenen Rundzelleninfiltrationen und Nekrosen im Lebergewebe.

3. Intensive Hyperämie der Lungen mit flächenhaften Blutaustritten in die Alveolen ganzer Lungenabschnitte.

4. Hyperämie der Nieren, besonders der Glomerusschlingen.

5. Nicht einheitlich sind Veränderungen am Knochenmark, das nach der Bestrahlung teils hyperämisch ist, teils eine Hyperämie vermissen läßt, aber jedenfalls keine Zeichen der Funktionsherabminderung zeigt.

Aus meinen Versuchen glaube ich doch den Schluß ziehen zu können, daß eine direkte Beeinflussung innerer Organe durch ultraviolette Strahlen möglich ist, wenigstens beim Tier. Es wäre ja auch sehr schwer, sich vorzustellen, auf welche Weise solch hochgradige Veränderungen nach völliger Absorption der kurzwelligen Strahlen durch das Hämoglobin zustande kommen sollten. Daß das Pigment als Transformator keine Rolle spielen kann, habe ich schon eingangs erwähnt.

Die Möglichkeit einer Beeinflussung der blutbildenden Organe möchte ich trotz negativen Ausfalls meiner Versuche so lange nicht endgültig leugnen, bis eine Änderung der Versuchsanordnung (verschiedene Entfernung der Lichtquelle von dem Bestrahlungsobjekt, Änderung der Bestrahlungsdauer usw.) nicht wieder dasselbe Ergebnis liefert.

Daß die Verhältnisse am Versuchstier nicht einfach auf den Menschen übertragen werden dürfen, habe ich schon in meiner früheren Publikation

betont. Dennoch scheinen mir gewisse Erscheinungen, die beim Menschen auftreten, so z. B. die öfters einmal nach der Bestrahlung der Tuberkulösen beobachtete Hämoptoe, Analogien zum Tierversuch zu bieten und uns verständlich zu werden aus der histologischen Veränderung der Lungen heraus.

Der Nachweis anatomischer Veränderungen bietet nicht nur ein theoretisches Interesse, sondern er hat auch praktische Bedeutung insofern, als er vor indikationsloser Anwendung der Lichttherapie, die in ihrer Wirkungsweise und speziell ihrer Dosierung noch so wenig geklärt ist, warnen muß.

Anmerkung bei der Korrektur.

Eine von Gasul in Band 9 (1919) der Strahlentherapie erschienene Arbeit, welche sich auch mit der Tiefenwirkung des ultravioletten Lichtes beschäftigt, konnte in meiner Arbeit nicht zitiert werden, da sie während der Drucklegung derselben erschien.

Aus der Universitäts-Hautklinik Breslau
(Direktor: Geheimrat Prof. Dr. Jadassohn).

Die bakterizide Wirkung der α-Strahlen (Thorium X), allein und im Zusammenwirken mit verschiedenen Desinfizientien.

Von
Priv.-Doz. Dr. E. **Kuznitzky**, Oberarzt der Klinik.

(Mit 1 Abbildung.)

Experimente, die eine systematische vergleichende Untersuchung der biologischen Wirksamkeit von α-, β- und γ-Strahlen zum Ziele hatten und sich zunächst mit den α-Strahlen beschäftigten, zeigten, daß diesen eine ziemlich beträchtliche Wirksamkeit zukommt. Die Versuche wurden mit Thorium X als Strahlenquelle angestellt, als Methode diente die bakteriologische. Ihr biologisches Testobjekt waren speziell die Gonokokken. Die Ergebnisse waren sehr interessant. besonders für den Bakteriologen, so daß die ausführlichen Versuchsprotokolle in der Ztschr. f. Hyg. (Bd. 88, 2) publiziert worden sind. Wegen der Einzelheiten muß ich daher auf diese Arbeit verweisen. Hier möchte ich mich darauf beschränken, die wichtigsten, auch den Strahlentherapeuten interessierenden Resultate kurz zusammenzufassen.

1. Plesch und seine Mitarbeiter, sowie Hirschfeld und Meidner fanden trotz Anwendung hoher Aktivitäten nur eine geringe Wirksamkeit der α-Strahlen auf Bakterien. Schwarz und Zehner konstatierten eine sicher erkennbare Beeinflussung des Bakterienwachstums. Die Differenz dieser Resultate ist wohl dadurch erklärbar, daß die erstgenannten Autoren das Thorium X dem Agar bzw. der Bouillon zusetzten, so daß möglicherweise unter den in diesen Medien vorhandenen Bedingungen (erstarrter Zustand des Agar, kolloidale Substanzen in der Bouillon) die α-Strahlen wohl ziemlich reichlich absorbiert und deshalb weniger wirksam wurden. Durch eine geeignetere Versuchsanordnung läßt sich aber leicht ein Einfluß der α-Strahlung auf Gonokokken erweisen.

An den Boden einer Petrischale (1) von 9 cm Durchmesser wird mit Siegellack ein Schälchen (2) von 4 cm Durchmesser befestigt und über das Schälchen 2 eine Schale (3) von 7 cm Durchmesser gestülpt und alles mit dem Deckel der Schale 1 bedeckt (s. Abb. 1).

Auf den Boden von Schale 3 werden 10—15 ccm Aszites-Agar ausgegossen, auf welchen Gonokokken gleichmäßig und dicht ausgesät wer-

den. In Schale 2 kommt Thorium X, und zwar gewöhnlich in $2^1/_2$—3 ccm Flüssigkeit, so daß der Boden des Schälchens eben damit bedeckt ist. Die Entfernung Thorium X-Niveau bis Kulturoberfläche betrug dann gewöhnlich etwa 5 mm.

Es ergab sich, daß beim Thorium X eine deutlich ausgeprägte Wachstumshemmung erkennbar wird, daß aber hierzu eine nicht ganz geringe Konzentration notwendig ist.

Plesch und Karczag haben ihre Versuche mit Thorium X an Bakterium coli commune angestellt und dabei im Jahre 1912 (Kongreß f. inn. Med., Wiesbaden) keine Wirkung gesehen: „Das Bakterium coli commune konnte selbst durch die größten Aktivitäten in seinem Wachstum nicht beeinflußt werden." Später scheinen sich die Resultate gebessert zu haben, da Plesch (mit Karczag und Keetmann) angibt, daß sie bei einer Aktivität von 5 Millonen Mache-Einheiten (= 5000 e., s. E.) Thorium X, das sie dem Agar beimengten, eine Wachstumshemmung bekamen. In der Tat ließen sich mit unserer Technik aber schon bei Anwendung

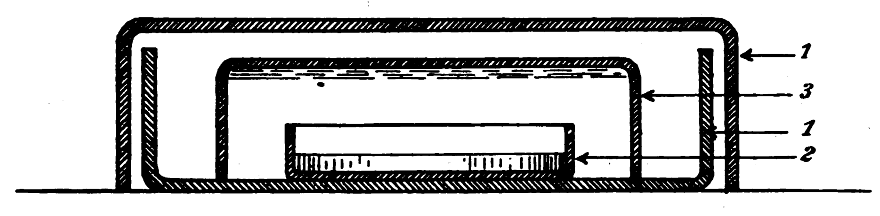


Abb. 1.

der Hälfte, also 2500 e. s. E., sichere Wirkungen nachweisen. Wir können demnach im Gegensatz zu Plesch und Karczag feststellen, daß mit unserer Technik Thorium X gegenüber dem von uns verwendeten Stamm von Coli eine deutliche, stark schädigende Wirkung besitzt. Eine solche ließ sich auch für ausgekeimte Gonokokken nachweisen.

Ferner wurde der Nachweis, daß tatsächlich die α-Strahlen und nicht die β- und γ-Strahlen der im Thorium X enthaltenen Zerfallskörper die Ursache der Bakterizidie sind, erbracht, und zwar dadurch, daß in einigen Versuchen das Schälchen mit Thorium X durch ein sterilisiertes Blatt Papier bedeckt wurde. Bei dieser Versuchsanordnung trat keine Wachstumshemmung ein.

Auch partielle Schädigungen der Gonokokken konnten durch schwache Bestrahlung mit geringen Aktivitäten erzeugt werden. So büßten in solchen Experimenten die Gonokokken ihre Fähigkeit, Säure zu bilden, eher ein als diejenige, sich fortzupflanzen, da in den betreffenden

Schalen keine Rötung des blauen Lackmus-Dextrose-Agar, wohl aber ungehemmtes Wachstum zu sehen war.

2. Die durch die obigen Schälchenversuche erwiesene bakterizide Kraft der α-Strahlen lud zu einer Prüfung des Thorium X als Desinfiziens ein, nachdem auch das Für und Wider, welches bei der Anwendung des Thorium X in der Praxis zu berücksichtigen war, und das in den physikalischen wie ökonomischen Besonderheiten der Substanz begründet ist, in Betracht gezogen war.

Das Ergebnis der Prüfung war so gut wie völlig negativ. Die wachstumshemmende Wirkung wurde erreicht innerhalb kürzerer Zeit erst bei sehr hohen Konzentrationen oder bei niedrigeren Konzentrationen (2—3000 e. s. E.) nur nach mindestens sechsstündiger Einwirkung. Diese hemmende Wirkung gilt auch bloß für den ersten Tag der Beobachtung, schon am folgenden Tage war wieder Kolonienwachstum zu konstatieren.

Ändert man die Technik derart, daß Thorium X nicht mehr durch Luft hindurch wirkt, sondern in unmittelbare Berührung mit den Gonokokken gebracht wird, was infolge der Wasserlöslichkeit der Substanz sehr gut möglich ist, so werden die Resultate noch schlechter.

3. Nach diesen Versuchen erscheint eine Verwendung des Thorium X als therapeutisches Desinfiziens durchaus unlohnend. Immerhin mußte man sich vor Augen halten, daß es sich hier nicht um eines der üblichen chemischen Desinfizientien handelt, sondern daß das Thorium X auf physikalischem Wege, vermöge seiner Strahlenenergie, wirkt. Das ermutigte uns daher, unsere Versuche fortzusetzen, und zwar nach der Richtung, ob vielleicht durch Kombination dieses physikalischen mit einem chemischen Mittel ein Einfluß auf die Wirksamkeit der einen oder anderen Komponente zu konstatieren wäre. Ich möchte an dieser Stelle auf die theoretischen Voraussetzungen einer solchen Kombinationswirkung und vor allem auf die speziell für Thorium X zu erwägenden Möglichkeiten, unsere Versuchsresultate zu deuten, nicht eingehen. Jedenfalls war das Ergebnis unserer ausgedehnten Versuchsreihen sehr überraschend und interessant.

Die ersten Experimente wurden mit Protargol und Thorium X angestellt und dabei in 20 Versuchen eine weitgehende Übereinstimmnng erzielt. Als Gesamtergebnis konnten wir für diese Kombination bezeichnen: Konzentrationen beider Substanzen, die jede für sich innerhalb einer bestimmten Zeit keinerlei erkennbaren Einfluß auf Gonokokken ausüben, führen, zusammen verwendet, meist zu völliger Abtötung oder starker Entwicklungshemmung der Gonokokken. Dieses Ergebnis wird häufig in der Hälfte der gesetzten Zeitgrenze erreicht, oft sogar noch eher.

Als Beispiele führe ich folgende 2 Versuche hier an:

Protargol 10 Min. — Thorium X 15 Min. bis 4 Std.

Protargol, Thorium X	15 Min.	30 Min.	45 Min.	1 Std.	2 Std.	3 Std.	4 Std.
Protargol 1 : 225000 Thorium X 4000 e. s. E.	+++	++(+)	sp. W.	—	—	—	—
Protargol 1 : 225000 o. Thorium X	+++	+++	+++	+++	+++	sp. W. +	— 2 K
Thorium X 4000 e. s. E.	+++	+++	+++	+++	sp. W.	—	—
Gonokokkenkontrolle	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++

Protargol und Thorium X gleichzeitig.

Protargol, Thorium X, Gonokokken-Susp.	15 Min.	30 Min.	45 Min.	1 Std.	2 Std.	3 Std.
Protargol 1 : 225000 Thorium X 2000 e. s. E.	+++	++	sp. W.	— 19 K.	—	—
Protargol 1 : 225000 o. Thorium X	+++	+++	+++	+++	++	— sp. W.
Thorium X 2000 e. s. E. allein	+++	+++	+++	++	—	—
Protargol 1 : 225000 Thorium X 750 E.	+++	+++	+++	+++	— 13 K.	—
Protargol 1 : 225000	+++	+++	+++	+++	++	— sp. W.
Thorium X 750 E. allein	+++	+++	+++	+++	++	—
Gonokokkenkontrolle	+++	+++	+++	+++	+++	+++

Nach Überwindung einiger Schwierigkeiten und Einwände, bei welchen die Beimengungen der Thorium X-Lösung, ihre Azidität oder Alkalität, sowie eine event. mögliche chemische, von der Substanz ausgehende Wirksamkeit eine gewisse Rolle spielten, wurden auch mit anderen Mitteln solche Kombinationsversuche angestellt. Die Erwartung, die wir nach dem Ausfall der Protargolversuche auch auf diese neueren setzen konnten, hat sich in vollem Maße erfüllt, teilweise ist sie durch die Ergebnisse noch übertroffen worden.

Eine Übersicht über die Wirksamkeit der einzelnen Desinfizientien, allein und in Kombination, auf Gonokokken mag das Gesagte erläutern, wobei zu bemerken ist, daß hier nur der Versuch mit 2000 e. s. E. Thorium X herausgegriffen ist. Das Protokoll ist so angeordnet, daß links die Versuche mit Thorium X allein, in der Mitte der eigentliche Kombinationsversuch — 2000 e. s. E. + Desinfiziens — und rechts das Desinfiziens ohne Thorium X verzeichnet ist.

Übersichtstabelle 1.

Verschiedene Desinfizientien und Thorium X (2000 e. s. E.).

	Thorium X allein 2000 e. s. E.						Kombination								Desinfiziens allein					
	15 Min.	30 Min.	45 Min	1 Std.	2 Std.	3 Std	Konzentration	15 Min.	30 Min.	45 Min.	1 Std.	2 Std.	3 Std.		15 Min.	30 Min.	45 Min.	1 Std.	2 Std.	3 Std.
1.	+++	+++	sp. W. +	—	—	—	1. Arg. coll. 1 : 100000	— 2 Kol.	—	—	—	—	—	1.	+++	++	s. sp. W. ++	etl. Kol. +	—	—
2.	+++	+++	+++	++	—	—	2. Hg. coll. (Afridol) 1 : 400000	+++	++	sp. W +	6 Kol. 10 Kol.	—	—	2.	+++	+++	+++	+++	++	etl Kol.
3.	+++	+++	+++	++	—	—	3. Perhydrol 0,7 %	++	5 Kol. sp. W.	—	—	—	—	3	+++	+++	+++	+++	+++	+++
4.	+++	+++	++	+	—	—	4. Karbolsäure 1 : 1000	+	— 1 Kol.	—	—	—	—	4.	+++	+++	+++	+++	++	++
5.	+++	+++	+	etl. Kol.	—	—	5. Lysol 1 : 6000	—	—	—	—	—	—	5.	+++	++	+	+	—	—
6.	+++	+++	+++	+++	etl. Kol. +	—	6. Antiformin 1 : 400	+++	(+) +	— 15 Kol.	— 1 Kol	—	—	6.	+++	++	(+)	(+)	etl. Kol. ca. 50 Kol.	— 2 Kol.
7.	+++	+++	+++	++	etl. Kol.	— 2 Kol	7. Urotropin 6,6 %	+++	+++	++	sp. W.	—	—	7.	+++	+++	+++	+++	+++	++
8.	+++	+++	+++	++	—	—	8. Optochin 1 : 30000	+++	— 1 Kol.	—	—	—	—	8.	+++	+++	+++	+++	+++	+++

Ungehemmtes Wachstum +++ Spärliches Wachstum sp. W.
Schwachgehemmtes Wachstum ++ Sehr spärliches Wachstum s. sp. W. (etl. Kol.)
Gehemmtes Wachstum + Kein Wachstum —

Bemerkt sei, daß für Argentum colloidale (1), Lysol (5) und Antiformin (6) die Konzentration zu hoch gewählt wurde, da schon nach 45 Minuten bis 1 Stunde Eigenwirkung (rechte Seite des Protokolls) zu bemerken ist. Das gleiche gilt von der Thorium X-Kontrolle. Auch hier tritt (bei 1 und 5) in derselben Zeit Beeinträchtigung des Wachstums ein. Dafür ist jedoch im Kombinationsversuch die Wirkung schon nach 15 bezw. 30 Minuten deutlich erkennbar, zu einem Zeitpunkt, in welchem sowohl Thorium X wie das Desinfiziens noch völlig unschädlich sind. Übereinstimmend hat sich in allen Versuchen ergeben, daß eine Steigerung der Bakterizidie durch Thorium X bei sämtlichen hier verwendeten Desinfizientien gesetzmäßig eintritt, und daß sie immer erheblich, oft sogar beträchtlich ist.

Wir suchten dann zu eruieren, ob auch bei anderen Bakterien die Steigerung der Desinfektionswirkung gesetzmäßig vorhanden ist. Zu diesem Zwecke wählten wir die einander nahestehenden Mittel Protargol und Argentum colloidale bzw. Kollargol, insbesondere auch deshalb, weil diese auf resistentere Bakterien nicht besonders stark einwirkten. Kam hier eine teilweise oder völlige Abtötung zustande, so konnte man mit gutem Recht von einer beträchtlichen Wirkungssteigerung sprechen. Im großen und ganzen ergab sich eine Übereinstimmung mit dem an Gonokokken gewonnenen Resultat.

Die an Typhus, Pyozyaneus, Staphylokokken, Streptokokken, Meningokokken und Pneumokokken gefundenen Ergebnisse veranschaulicht die nachstehende Übersichtstabelle 2:

Wir können demnach hier ebenfalls als Gesamtresultat unserer Versuche verzeichnen, daß auch bei anderen Bakterienarten als Gonokokken die Kombination erstaunlich wirksam ist. Selbst Streptokokken und die resistenten Staphylokokken werden abgetötet oder stark gehemmt.

Auf Grund aller unserer, allerdings noch weiter auszubauenden Versuche läßt sich als Ergebnis feststellen, daß das vorwiegend α-strahlende Thorium X eine eminente biologische Wirksamkeit Bakterien gegenüber entfalten kann, und zwar ganz besonders im Zusammenwirken mit anderen chemischen Mitteln. Hierbei kommt es zu einer Verstärkung der Desinfektionskraft, die anscheinend gesetzmäßig eintritt, jedenfalls bei allen untersuchten Substanzen zum Ausdruck kam. Sie geht so weit, daß an sich unwirksame Konzentrationen im Gemisch abtötend werden können. Diese Erscheinung ist nicht nur bei verschiedenen Desinfektionsmitteln, sondern auch bei verschiedenen Bakterienarten zu beobachten.

Übersichtstabelle 2.

Kombinationsversuche mit verschiedenen Bakterien.

	45 Min.	1 Std.	2 Std.	3 Std.
Typhus				
Protargol 1 : 1500 + Thorium X 2000 e. s. E.	++	sp. W.	—	-
Protargol 1 : 1500	+++	+++	+++	2 Kol etl. Kol.
Thorium X 2000 e. s. E.	+++	+++	+++	+++
Pyozyaneus				
Protargol 1 : 900 + Thorium X 2000 e. s. E.	++	+	—	-
Protargol 1 : 900	+++	+++	++	— sp. W.
Thorium X 2000 e. s. E.	+++	+++	+++	+++
Staphylokokken				
Kollargol 1 : 15000 + Thorium X 3000 e. s. E	++	+	--	-
Kollargol 1 : 15000	++	+++	+++	++
Thorium X 3000 e. s. E.	+++	+++	— +	-
Streptokokken				
Protargol 1 : 600 + Thorium X 2000 e. s. E.	+++	+++	sp. W. ++	— +
Protargol 1 : 600	+++	+++	+++	+++
Thorium X 2000 e. s. E.	+++	+++	+++	+++
Meningokokken				
Protargol 1 : 225000 + Thorium X 2500 e. s. E.	++(+)	++(+)	—	-
Protargol 1 : 225000	+++	+++	+++	+++
Thorium X 2500 e. s. E.	+++	+++	+++	++
Pneumokokken				
Kollargol 1 : 30000 + Thorium X 1500 e. s. E.	— 1 Kol.	—	—	-
Kollargol 1 : 30000	++	++	—	— 20 Kol.
Thorium X 1 : 1500 e. s. E.	+++	+++	—	— 25 Kol.

Aus dem St. Josef-Spital zu Aarhus, Dänemark.

Über Röntgenbehandlung von Gehirntumoren.

Von

Dr. S. **Nordentoft**, Oberarzt.

Nachdem ich mehrmals (z. B. in einem Vortrage in der Medizinischen Gesellschaft Kopenhagens, 8. Dezember 1914), auf die röntgentherapeutischen Erfolge bei der Akromegalie fußend, die Röntgentherapie der Gehirngeschwülste dringend empfohlen hatte, hat Dr. Gulstad (erster Assistenzarzt der Irrenanstalt „Jydske-Asyl" bei Aarhus) mir im Februar 1915 den ersten solchen Fall zur Bestrahlung überwiesen. Es wurde ein Kleinhirnbrückenwinkel-Tumor diagnostiziert und Stauungspapille konstatiert. Es wurde teilweise per os, teilweise mit 6 kleinen runden Feldern auf jeder Schläfen-Hinterhaupt-Region, überall mit ca. 3 S.-N. durch 4 mm Aluminium bestrahlt. Es trat schnelle Besserung ein, die Stauungspapille verschwand, und der Mann (welcher später noch einmal auf dieselbe Weise bestrahlt wurde) ist noch heute, 4 Jahre später, gesund und arbeitstüchtig. Der Fall ist in „Ugeskrift for Loger" 1915, Nr. 34, S. 1381 publiziert; — ausführliche Krankengeschichte bei Dr. Gulstad (ibidem 1917, S. 776).

Im folgenden Jahre sind zwei weitere Fälle (ibidem 1916, Nr. 9, S. 299) mitgeteilt worden, — der eine (Tumor ad pontem) nach vorübergehender Besserung später gestorben, — der zweite (Tumor reg. parieto-occipitalis) mit vollem Erfolge bestrahlt und noch heute, nach 3 Jahren, gesund, aber fortwährend hemianopisch.

Im Jahre 1917 haben Dr. Gulstad und ich fünf weitere Fälle (ibidem 1917, Nr. 20, S. 771 und 776) publiziert, und schließlich habe ich im Jahre 1918 in einem Vortrage in der Medizinischen Gesellschaft Kopenhagens alle damals vorliegenden eigenen Fälle, insgesamt 17, gesammelt (ibidem 1918, Nr. 9, S. 231), woran sich eine Diskussion angeschlossen hat (Hospitals-Tidende 1918, Nr. 19, 20, 21). Endlich habe ich den Fall Nr. 18 in „Ugeskrift for Loger" 1918, S. 829 publiziert.

Von diesen 18 Fällen sind 4 oder 5 gestorben; ein Fall hat sich später als disseminierte Sklerose entpuppt, in mehreren Fällen ist entweder kein oder nur ein vorübergehender Erfolg erreicht worden. Aber 9

Lokalisation der Geschwulst. Alter, Geschlecht	Dauer des Leidens	Wichtigste Symptome	Zeitpunkt der Röntgenbehandlung	Resultat	Beobachtungszeit nach der Bestrahlung
1. Kleinhirnbrückenwinkel-Tumor rechts. 51 Jahre ♂	$^1/_2$ Jahr	Kopfweh, Schwindel, anfallsweise Übelkeit, Erbrechen, Diarrhoe, leichter Sopor, Erinnerungsschwäche. Beinahe Taubheit des rechten Ohres. Spontanes Vorbeizeigen nach links beiderseits, angedeuteter Nystagmus nach links. Bárány-Reaktion rechts fehlend, links normal. Leichte Stauungspapille. Wassermann ÷, Zerebrospinalflüssigkeit normal	März bis August 1915	Wohlbefinden, arbeitstüchtig. Gehörsinn rechts gebessert, Stauungspapille durch leichte Atrophie ersetzt. Bárány-Reaktion rechts gebessert, ebenso das Vorbeizeigen	4 Jahre
2. Tumor ad pontem sin.	6-7 Jahre	Kopfweh, Schwindel, Übelkeit, Erbrechen, Doppelsehen, spastische Hemiparese rechts, Gehörsinn links vermindert, keine Stauungspapille, keine nachweisbare Augenmuskelparese. Spontanes Vorbeizeigen beiderseits nach rechts. Bárány-Reaktion zweifelhaft	Juli bis Septbr. 1915	Bedeutende Besserung. Ein paar Monate später Verschlimmerung, Exitus 22. XI. 1915 in der Heimat. Keine Sektion	—
3. Tumor lobi parietalis d.	$^1/_2$ Jahr	Schwindel. Rechtsseitige Hemianopsie. Stupor. Amnestische Aphasie, Alexie, Agraphie. Gehen unsicher. Wassermann ÷ (auch beim Ehemanne). Leichte Pleozytose der Zerebrospinalflüssigkeit (12 pro mm³), Albumin 1—10, Globulin 1—2. Keine Stauungspapille	Novbr. bis Dezbr. 1915	Schnelle Besserung. Aphasie, Alexie, Agraphie verschwunden, schon Neujahr 1916. Hemianopsie besteht, doch ist das Gesichtsfeld um 15° vergrößert. Arbeitstüchtig, Wohlbefinden	$3^1/_2$ Jahre
4. Kleinhirnbrückenwinkel-Tumor rechts. 30 Jahre ♀	$4^1/_2$ Jahre	Typischer Fall ohne besonderes Interesse	Februar 1916	14 Tage nach der Bestrahlung anderswo operiert und gestorben	—
5. Tumor ad gyrum Hippocampi sin. 41 Jahre ♂	$2^1/_2$ Jahre	Kopfweh, Schwindel, Übelkeit, Erbrechen, Erinnerungsschwäche, Stupor, Sprachstörung. Rechtsseitige Hemianopsie, leichte ataktische Hemiparese rechts mit erhöhten Sehnenreflexen. Keine Stauungspapille. Wassermann ÷	Juni und Septbr. 1916	Sehr bedeutende Besserung. Arbeitstüchtig. Hemianopsie besteht noch. Leichte Sprachstörung und ganz geringe Hemiparese sind noch zurückgeblieben.	$2^3/_4$ Jahre

6. Tumor cerebelli sin. 54 Jahre ♀	—	Linksseitige Parästhesien und Neuralgien, Erinnerungsschwäche. Gehen unsicher, Falltendenz nach links, Abhängen der l. Schulter. Romberg +, Babinski + links. Wassermann ÷. Keine Stauungspapille. Zerebrospinalflüssigkeit normal, Verschlimmerung nach der Lumbalpunktion. Bárány-Reaktion normal	Mai bis Dezbr. 1916	Subjektive Besserung, namentlich der Hemialgien, später wieder Verschlimmerung. Exitus 1918	—
7. Kleinhirnbrücken-winkel-Tumor (Acusticus) sin. 40 Jahre ♂	4 Jahre	Typischer Fall ohne besonderes Interesse	Septbr. und Novbr. 1916	Leichte vorübergehende Besserung, später wieder Verschlimmerung. Vermutlich gestorben	—
8. Kleinhirnbrücken-winkel-Tumor (Acusticus) dextr. 59 Jahre ♂	1 Jahr	Seit 5—6 Jahren Taubheit des rechten Ohres. Kopfweh, Schwindel, Erbrechen, Balancestörung, Hängen nach rechts vornüber. Leichter rechtsseitiger Fazialisspasmus, spontanes Vorbeizeigen der linken Hand nach links. Keine Stauungspapille. Nystagmus nach links. Bárány-Reaktion rechts zweifelhaft	Dezbr. 1916 und Febr. 1917	Bedeutende Besserung. Schwindel, Kopfweh, Agrypnie verschwunden, Gehen und Haltung viel besser, Aussehen sehr gebessert. Aber später wieder Verschlimmerung und Exitus 1918 (nicht wieder behandelt)	—
9. Tumor cerebelli sin. 41 Jahre ♂	2 Jahre	Initialer apoplektiformer Anfall, 1 Monat später ein neuer, 1 Monat später Parese des rechten Armes und Beines, später ein wenig gebessert, leichte Sprachstörung, Ohrensausen, Doppelsehen, Kopfweh, Schwindel, Gehen unsicher, Schlingbeschwerden und Verschlucken. Subj. Kältesensationen der paretischen Seite. Ataktische Hemiparese rechts. Spontanes Vorbeizeigen beiderseits nach links. Bárány-Reaktion links herabgesetzt und atypisch. Keine Stauungspapille. Wassermann ÷	Mai und Juli 1917	Schon 14 Tage nach der ersten Bestrahlung große Besserung. Arbeitstüchtig. Alle subj. Sympt. verschwunden, Hemiplegie beinahe ganz. Nur nach mehreren Kilometer Gehens ein wenig Müdigkeit des rechten Beines. In Funktion als Delegierter eines Vereins. Bárány-Reaktion gebessert	2 Jahre
10. Tumor lobi frontalis dextr. 17 Jahre ♀	$1^1/_2$ Jahre	S i e h e T e x t. Kopfweh, Schwindel, Erbrechen, Hemiparesis sin. Anfallsweise Kollaps, Dyspnoe. Sprachstörungen. Schwere Stauungspapille. Gehen unmöglich, leichte Blödigkeit. Keine Sensibilitätsstörungen. Wassermann ÷ (auch bei den Eltern), Zerebrospinalflüssigkeit normal	Juli und Novbr. 1917	Vollkommen geheilt, nur leichte Atrophie der Papilla retinae u. vielleicht ein leichtes Schleppen des linken Fußes	$1^3/_4$ Jahre

Lokalisation der Geschwulst. Alter, Geschlecht	Dauer des Leidens	Wichtigste Symptome	Zeitpunkt der Röntgenbehandlung	Resultat	Beobachtungszeit nach der Bestrahlung
11. Tumor lobi parieto-occipitalis dextri. 36 Jahre ♀	$1^1/_2$ Jahre	Viele epileptiforme Anfälle, schweres Kopfweh, dann Gesichtsschwäche. Während $^1/_2$ Jahres in der Nervenklinik behandelt, dann wegen der Blindheit in eine Augenklinik aufgenommen. Dort wurde konstatiert: totale Amaurose links, rechts Lichtsinn eben nachweisbar. Atrophia nervi optici	Juli 1917	Palliative Trepanation, danach Bestrahlung. Vollkommen geheilt, nur daß bedeutende Gesichtsschwäche fortbesteht. Rechts Fingerzählen in 2 m Distanz; links werden nur Handbewegungen in nächster Nähe perzipiert. Beiderseits starke konzentrische Einengung des Gesichtsfeldes. Atrophie der Papillen	$1^3/_4$ Jahr
12. Tumor gyri centralis anterioris dextri. 35 Jahre ♂	3 Jahre?	Hat sich später als multiple Sklerose entpuppt. (Spastische Parese des l. Beins, später des r. und des l. Arms, doch leichteren Grades, wegen vermeintlichem Tumor im rechtsseitigen Beinzentrum mit Kompression des linksseitigen durch die Falx cerebri.) Gehen nur mit Unterstützung möglich	Juli und Septbr. 1917	Sehr bedeutende Besserung nach der ersten Bestrahlung, so daß er im September alleine reisen konnte. Später wieder Verschlimmerung. Diagnose: Multiple Sklerose.	Unverändert
13. Tumor cerebelli (cerebello-pontinus?) sin. 34 Jahre ♂	$^1/_4$ Jahr	Stupor, Erinnerungsschwäche, Doppelsehen ohne bestimmte Augenmuskelparesen, Gehörsinn links herabgesetzt, Hypästhesie des Trigeminus links, auch der Kornea. Leichte Fazialisparese links. Nystagmus nach links. Ausgeprägte Falltendenz nach links. Romberg +. Gehen sehr schlecht, gar nicht alleine. Dysdiadochokinesis der l. Hand. Spontanes Vorbeizeigen nach links, bei Spülen des rechten Ohres korrigiert. Bárány-Reaktion links enorm verstärkt. Keine Stauungspapille. Wassermann ÷. Kann nicht lesen oder addieren. Von dem Behandlungstische einmal heruntergefallen	April und Juni 1917 (18 kleine runde Felder auf Zerebellum links und Os parietale sin. und 1 Feld per os im April, 10 kleine Felder im Juni.)	Schnelle und sehr bedeutende Besserung, so daß er stundenlang im Felde geht, liest, rechnet, im Juni alleine in der Stadt herumgeht, die Straßenbahn benutzt, Rad fährt.	2 Jahre

14. Tumor (?) cerebelli. 31 Jahre ♀	3/4 Jahr	Kopfweh, Schwindel, Lepotymien, Erbrechen, Parästhesien. Gehen unsicher mit Falltendenz nach rechts. Beginnende Stauungspapille. Bárány-Reaktionen beiderseits fehlend. Wassermann ÷	Februar 1917	Keine wesentliche Beeinflussung. Operation (Prof. Rovsing) ergab eine Zyste im Zerebellum. [Prof. Rovsing spricht die Vermutung aus — Hospitalstidende 1918, S. 627 — daß die Zyste den durch Röntgen verschwundenen Tumor ersetzt habe?]	Nach Operation geheilt
15. Tumor cerebri. 35 Jahre ♀	Mehrere Jahre	Ohne bestimmte Lokaldiagnose. Tumor überhaupt zweifelhaft	Juli und Septbr. 1917	Leichte subjektive Besserung	Unverändert
16. Tumor cerebri. 37 Jahre ♂	1/2 Jahr	Sehr vorgeschrittener Fall, Lokaldiagnose unsicher	Juli 1917	Palliative Trepanation wegen Hirndrucks und Stauungspapille. Großer Prolaps. Danach eine Bestrahlung ohne Effekt	—
17. Tumor baseos cranii. 54 Jahre ♂	—	Juni 1916 Sarkom im Rhinopharynx mit großen Drüsentumoren am Halse, nach einer Bestrahlung vollkommen verschwunden im Laufe einer Woche. 6 Wochen später linksseitige Abduzensparese, Kopfweh, Lichtscheu, alles 5 Tage nach Bestrahlung der l. Temperalregion mit fünf kleinen Feldern verschwunden. 3 Monate später rechtsseitige Abduzensparese, Kopfweh, Schwindel usw. Nach Bestrahlung 19. X. 1917 verschwand wiederum alles im Laufe von 5—6 Tagen	August und Oktbr. 1917	Danach noch März 1918 gesund, später nicht beobachtet, aber nach anderweitiger Mitteilung im Jahre 1918 gestorben	—
18. Tumor cerebri (lobi frontalis dextri?) 23 Jahre ♂	4 Monate	Siehe Text. Junger Referendar. Erste Symptome: Unmotiviertes Erbrechen, leichter Stupor, schlechte Schrift mit grammatischen Fehlern. Dann epileptiforme Anfälle mit Zuckungen in der linken Gesichtshälfte und im linken Arm. Fortschreitender Sopor bis zu totaler Blödigkeit. Atrophia nervi optici, rechts ganz leicht, links ausgesprochener. Sprechen undeutlich, meistens unverständlich. Babinski ÷. Patellarreflexe normal, Plantarreflexe erhöht, keine Paresen. Wassermann ÷, Zerebrospinalflüssigkeit normal	April 1918 (4 große Felder auf Stirn, Scheitel u. beide temperoparietale Felder, durch 10 mm Aluminium, bis zu totaler bleibender Epilation.)	Vom 5. Tage nach der Bestrahlung an Besserung, schnell fortschreitend. Nach 10 Tagen aus dem Bette, nach 3 Wochen ganz gesund. Seit September 1918 wieder in Funktion als Jurist, scheinbar ohne jeden Defekt. Sehnervenatrophie etwas fortgeschritten, jetzt aber stationär	1 Jahr

leben noch heute in gutem Zustande, wenn auch eine Patientin, wie früher bemerkt, hemianopisch ist, und eine andere nur noch einen schwachen Gesichtssinn hat. Da aber letztere anfangs fast blind war, so ist doch auch diesem Falle eine Besserung zu verzeichnen.

Einer der schönsten Fälle betraf ein 17jähriges Mädchen. Vor $1^1/_2$ Jahren zeigte sich ganz leichte Parese des linken Fußes, erst beim Schlittschuhlaufen bemerkbar, dann leichter Stupor und Schlafsucht. Vor einem halben Jahre war sie während eines Monates bettlägerig mit schwerem Kopfweh, Schwindel und Vomitus, und es entwickelte sich eine linksseitige spastische Hemiparese mit Fazialisparese zentralen Typs. Wohl kam sie wieder aus dem Bette, aber das Kopfweh dauerte fort, und ebenso die Vomitus; dazu kamen anfallsweise Kollapszustände, Dyspnoe und vorübergehend Sprachstörungen. Vor 3 Monaten trat Gesichtsschwäche ein; vor 2 Monaten wurde Stauungspapille konstatiert. Sie konnte nur mit Unterstützug gehen, konnte nicht lesen, nicht Klavier spielen (teils wegen der Parese, teils weil sie die Noten nicht sehen konnte). Eine gewisse Stupidität mit blödem Lachen war vorhanden. Wassermann-Reaktion in Blut und Zerebrospinal-Flüssigkeit negativ, auch bei der Mutter negativ.

Am 20. bis 24. Juli 1916 Bestrahlung mit 15 kleinen Feldern an der rechten Stirn-, Scheitel- und Schläfenregion. Schon am 6. August ist eine außerordentliche Besserung notiert: Kein Kopfweh; sie war gestern im Walde spazieren; setzt sich aus eigenem Antriebe ans Klavier und spielt, sieht die Noten gut; sie hantiert Messer und Gabel viel besser, ist viel lebendiger und natürlicher. — Die Besserung ist ständig vorgeschritten, und das Mädchen ist heute, nach $2^1/_2$ Jahren, ganz gesund, nur daß der linke Fuß bei scharfer Beobachtung ein ganz wenig schleppt, doch geht sie gut, tanzt usw. Allerdings ist eine leichte Atrophie der Papilla retinae mit etwas dünnen Gefäßen nachweisbar, doch ist Sehvermögen wenigstens $^6/_9$.

Sehr bemerkenswert ist der Fall 18, ein junger Jurist, welcher sehr heruntergekommen, ganz stupid, mit Incontinentia alvi et urinae zur Bestrahlung gekommen ist. Der Tumor konnte nicht lokalisiert werden (diffuses Gliom, vermutlich im Lobus frontalis?). Es wurde das ganze Vorderhaupt mit 4 großen konfluierenden Feldern durch 10 mm Aluminium bis zur bleibenden Epilation bestrahlt (Stirn, Scheitel, beide Schläfenregionen). Der Effekt war märchenhaft. Die Besserung begann nach wenigen Tagen und vollzog sich rapid bis zur völligen Heilung, so daß er nun wieder als juristischer Beamter Dienst versehen kann.

Zwei Fälle von Tumor cerebelli haben prompt reagiert und sind andauernd gesund. Ein dritter Fall ist gestorben. In einem vierten Falle von Tumor cerebelli wurde die Progression der Symptomen

wohl zum Stillstand gebracht, aber es trat keine wirkliche Besserung ein, und er wurde später von Prof. Rovsing in Kopenhagen operiert, der eine Zyste in der Zerebellar-Hemisphäre vorfand nach deren Beseitigung Heilung eintrat. Da Zysten im Zerebellum sonst sehr selten vorkommen, hat Prof. Rovsing (in der oben erwähnten Diskussion) die Vermutung ausgesprochen, daß der ursprüngliche Tumor durch die Bestrahlung zur Regression gebracht, aber durch die Zyste ersetzt worden ist.

Die otologischen Untersuchungen und die Bárány-Reaktionen sind von Herrn Oberarzt Dr. med. Jacobsen, die ophthalmologischen durch den Augenarzt Dr. Külerich, und die neurologischen durch Dr. Gulstad ausgeführt worden.

Bemerkungen zur Dosierungsfrage.

Von

Dr. Th. Christen.

Der Aufsatz von Küpferle und Lilienfeld „Die praktische Dosimetrie der Röntgenstrahlen" auf S. 10 ff. dieses Bandes enthält verschiedene Behauptungen, die nicht unwidersprochen bleiben dürfen. Zwar habe ich meinen Widerspruch schon einmal den Lesern der Mün. med. Woch.[1]) vorgelegt. Wenn aber heute die gleichen unrichtigen Behauptungen in der Strahlentherapie wiederholt werden, so kann ich im Interesse der Sache auch hier auf eine Richtigstellung nicht verzichten. Ich will die einzelnen strittigen Punkte kurz zusammenstellen:

1. Dosis und Flächenenergie. K. und L. behaupten, der Dosisbegriff hänge nicht mit der Flächenenergie zusammen und dürfe nicht auf die Flächenenergie basiert werden (S. 10). Das ist unrichtig. Die Dosis, so wie ich sie definiert habe, hängt sehr wohl mit der Flächenenergie zusammen. Richtig ist dagegen, daß man sie nicht nach der Flächenenergie allein definieren kann, weil in die Definition auch noch der Absorptionskoeffizent oder die Halbwertschicht eingeführt werden muß.

2. Die Benennung „physikalische Dosis", so behaupten K. und L., „verstößt gegen den zweckmäßigen Sprachgebrauch". Dieser unzweckmäßige Sprachgebrauch ist zwar, seit ich diese Definition eingeführt habe, 6 Jahre lang unbeanstandet geblieben. Aber es kann ja nichts schaden, wenn ich versuche, ihn nochmals kurz zu rechtfertigen.

In der Pharmakologie dosiert man chemisch, also nach Grammen oder Kubikzentimetern. In der physikalischen Therapie dosiert man physikalisch, also nach Energien. Die Angabe, wieviel Gramm oder Kubikzentimeter der Patient geschluckt hat, ist eine chemische Bestimmung der Dosis. Die Angabe, wieviel Energie in der Raumeinheit eines bestrahlten Körpers absorbiert wurde, ist eine physikalische Bestimmung der Dosis. Sie ist aber auch physikalisch in dem Sinne, daß sie von irgendwelchen biologischen Momenten absieht.

---

[1]) Mün. med. Woch. 1918, Nr. 27, S. 736.

Übrigens ist das, was im Zähler des von L. und K. für die Definition der Dosis eingeführten Bruches steht, nichts anderes als die in der Raumeinheit des Körpers absorbierte Energie. Allerdings drücken sich die beiden Autoren weniger exakt aus, sie sprechen von der „im weitesten Sinne vom Körper aufgenommenen Energie“ (S. 10) oder von der „dem Körper zugeführten Energie“. Das sind unklare Ausdrücke. Unterscheidet man unzweideutig zwischen der durch die Einheit der Oberfläche eindringenden[1]) und der in der Raumeinheit des Körpers absorbierten Energie, so hat man klar physikalisch definiert. Begnügt man sich aber mit unbestimmten Ausdrücken, die jeder anders deuten kann, dann liegt natürlich eine exakte physikalische Definition der Dosis nicht vor.

Wichtig ist ferner, folgende zwei grundsätzlich verschiedene Fragen streng auseinander zu halten:

a) Die Definition des Begriffes Dosis. Diese Definition habe ich so gefaßt: „Unter Dosis ist diejenige Menge strahlender Energie zu verstehen, die in der Raumeinheit absorbiert wird.“ Eine andere ebenso klare und physikalisch exakte Definition ist meines Wissens bis jetzt nicht gegeben worden.

b) Die Bestimmung des für einen gewählten Effekt notwendigen Betrages der so definierten Dosis. Das ist natürlich etwas ganz anderes und hier kommen die biologischen Faktoren in Rechnung, die durch K. und L. ganz mit Recht in Form des Nenners ihres Dosisbruches eingeführt wurden. Wer diese beiden grundsätzlich verschiedenen Begriffe, die leider beide mit dem Wort „Dosis“ bezeichnet werden, logisch trennt, wird über die schwebende Streitfrage rasch ins klare kommen. Es besteht der gleiche Unterschied wie etwa bei den folgenden Fragen: a) Was versteht man unter Höhe? b) Welche Höhe hat der Kölner Dom?

Gegen meine unter a) erwähnte Definition wurde nun allerdings von K. und L. geltend gemacht, daß möglicherweise die Röntgenwirkung gar keine Mengenwirkung, sondern eine Katalysatorwirkung sei (S. 41). Gegen diese Vermutung spricht aber solch eine erdrückende Menge klinischer Beobachtungen, daß ich mich einstweilen nicht entschließen kann, ihr eine praktische Bedeutung zuzuerkennen.

3. Sekundärstrahlen. Eine besondere Schwierigkeit sehen K. und L. in der unkontrollierbaren Wirkung der verschiedenen Sekundärstrahlungen. Nun ist es aber höchstwahrscheinlich, daß für die biologische Wirkung überhaupt nur die sekundäre β-Strahlung in Betracht kommt, d. h. derjenige Teil der absorbierten Energie, der in β-Strahlen transfor-

---

[1]) Das ist also die Flächenenergie.

miert wird. Ich erinnere an die Untersuchungen von Krönig und Friedrich[1]), die mit einer vorwiegend auf der Wirkung der β-Strahlen aufgebauten Methode gemessen und damit überraschend gut stimmende Ergebnisse gefunden haben.

4. Vergleich zwischen verschiedenen Dosengrößen. Am meisten setzt mich in Erstaunen, daß K. und L. an ihrer sonderbaren Behauptung festhalten, der Vergleich von Dosenbeträgen in verschiedenen Organen sei ohne irgendwelches praktisches Interesse (S. 13 und 19). Haben doch unsere besten Köpfe, wie Friedrich, Krönig, Seitz, Wintz, die eingehendsten und sorgfältigsten Untersuchungen angestellt, um die von K. und L. verschmähten Vergleichszahlen festzustellen.

5. Absolute Größe der Dosis. Ja, Friedrich ist noch weiter gegangen, indem er eine genial erdachte Methode geschaffen hat, welche gestattet, die von mir definierte physikalische Dosis einwandfrei zu messen. Er hat dabei durchweg erstaunlich gute Übereinstimmung in all seinen zahlreichen biologischen Versuchen gefunden und damit allein schon die Kritik widerlegt, die K. und L., allerdings ohne Friedrich zu nennen, an seiner Ionisationskammer geübt haben. Ich muß also nochmals Verwahrung dagegen einlegen, daß K. und L. die Messung der in der Raumeinheit absorbierten Energie für unmöglich und zugleich für praktisch belanglos erklären (S. 17).

Damit sind auch die vorläufigen Ergebnisse der Untersuchungen von Ritter, Rost und Krüger aus dem Kieler Institut für Strahlentherapie[2]) bestätigt, die zu dem nämlichen Ergebnis geführt haben, obgleich die Autoren mit Methoden gearbeitet haben, die, ihrer Zeit entsprechend, nicht die Vollkommenheit der Untersuchungen von Krönig und Friedrich erreichen konnten.

6. Messung am Ort der Wirkung. Es kann gar keinem Zweifel unterliegen, daß die Messung am Ort der Wirkung, da wo sie möglich ist, einer bloßen Schätzung über die Wirkung in der Tiefe vorzuziehen ist. Gewiß gibt es Fälle, in denen die Messung am Ort der Wirkung unmöglich ist; aber daraus folgt doch nicht, daß man auf diese Messung auch da verzichten soll, wo sie möglich ist.

7. Messung der Primärstrahlung allein. K. und L. verlangen, daß die Primärstrahlung allein gemessen werde, ohne Berücksichtigung der gleichzeitig wirksamen Streustrahlung (S. 18). Sie behaupten, daß dadurch kein ins Gewicht fallender Fehler begangen werde (S. 20 und 26). Ich verweise auf das bereits erwähnte Buch von Krönig und Friedrich.

[1]) „Physikal. und biolog. Grundlagen der Strahlentherapie." Berlin 1918.
[2]) „Experimentelle Studien usw." Strahlentherapie 5, S. 465 ff.

worin in ausführlicher Weise der Nachweis geliefert wurde, wie groß die Bedeutung der durch die Streustrahlung zur Primärstrahlung hinzugefügten Zusatzdosis ist und wie sehr diese Größe von den Versuchsbedingungen, vor allem von der Blendenweite, abhängt. Mißt man nach K. und L., so sind Dosen, die an verschiedenen Röntgeninstituten mit verschieden weiter Blende verabreicht wurden, unter sich nicht vergleichbar.

8. Berechnung der Tiefenwirkung. Sehr erhebliche Bedenken liegen gegen die von K. und L. vorgeschlagene Berechnung der Tiefenwirkung vor. Hier rächt sich die Vernachlässigung der Streustrahlung bitter. Was man mit dem von K. und L. beschriebenen Instrument mißt, ist nämlich die Schwächung der Strahlung durch die gemeinsame Wirkung von Absorption und Streuung. Es ist das, was Glocker treffend als Schwächungskoeffizienten[1]) bezeichnet hat. Nun nimmt aber in einem mit harter Strahlung behandelten Körper die Intensität nach der Tiefe zu weit weniger rasch ab, als der aus dem Schwächungskoeffizienten berechneten Absorptionsfunktion (K. und L., S. 23) entsprechen würde. Die Fehler betragen 100 % und mehr.

Dazu kommt noch, daß gerade da, wo K. und L. ihre Tiefenberechnung anwenden wollen, bei der Therapie der Lunge, nicht einmal mehr die Voraussetzung zutrifft, daß die Absorption im Gewebe der Absorption im Wasser entspreche, weil bekanntlich die Lunge, dank ihrem Luftgehalt, beträchtlich weniger absorbiert als Wasser. Einen Anhaltspunkt könnte man höchstens durch Leichenversuche gewinnen. Im übrigen gebe ich zu, daß gerade bei der Lungentherapie, wenigstens bei der von Küpferle inaugurierten Röntgenbestrahlung der tuberkulösen Lunge, die Bestimmung der Tiefendosis nicht von besonders hoher Bedeutung ist. Beim intrathoraxischen Tumor liegt die Sache wieder anders.

9. Abhängigkeit vom Härtegrad. K. und L. halten es für unwahrscheinlich, daß die Radiosensibilität vom Härtegrad unabhängig sei. Ich brauche auch hier nur wieder auf das Buch von Krönig und Friedrich zu verweisen, worin diese Unabhängigkeit zur Evidenz erwiesen ist. Bevor andere, wissenschaftlich auf gleicher Höhe stehende Versuchsreihen ausgeführt und veröffentlicht sind, dürfen die Ergebnisse von Krönig und Friedrich als unwiderlegt gelten.

Mit dieser Feststellung wird auch die von K. und L. an der Friedrichschen Ionisationskammer wiederholt geübte Kritik (S. 14, 25 und 33) hinfällig.

10. Wahl der Einheit. Hat man die Dosis definiert, so muß festgelegt werden, in welcher Einheit die Dosis gemessen werden soll, und

[1]) Fortschr. d. Röntg. 25, S. 424.

zwar kann es sich auch hier wieder nur um die „physikalische Dosis", d. h. die auf Grund physikalischer Begriffe definierte Dosis, handeln. K. und L. schlagen vor, irgendeinen willkürlichen Wert mit 10 zu bezeichnen. Friedrich dagegen hat gezeigt, daß man sehr wohl ein absolutes Maß für die Dosis einführen kann, das auf die elektrostatische Einheit zurückgeführt wird[1]). Selbstverständlich läßt sich auch die von K. und L. vorgeschlagene willkürliche Einheit in elektrostatische Einheiten umrechnen.

Ich bitte die Leser der Strahlentherapie, die hier vorgebrachten Argumente gründlich zu erwägen, um über die zur Diskussion stehenden Fragen zu einem klaren Urteil zu gelangen.

---

[1]) A. a. O. S. 89 ff.

Referatenteil

Unter Mitwirkung von

M. Fränkel, Berlin, **H. Ritter**, Hamburg, **F. Voltz**, Erlangen

bearbeitet von

Prof. Dr. Hans Meyer

Kiel.

Die Entwicklung der physikalischen und technischen Grundlagen der Strahlentherapie in den Jahren 1914—1919.

Sammelreferat von

Dr. **Friedrich Voltz**, Erlangen.

(Mit 14 Abbildungen.)

I. Einleitung.

Der Weltkrieg, welcher die letzten fünf Jahre ausgefüllt und welcher nunmehr sein Ende gefunden hat, hat eine große Reihe derjenigen Ärzte, welche sich mit Strahlentherapie befassen, ihrer eigentlichen Interessensphäre entzogen und damit bewirkt, daß die meisten dieser Ärzte den Entwicklungen auf diesem Gebiete fremd gegenüberstehen. Sie sind nunmehr zu ihrer früheren Tätigkeit zurückgekehrt und haben von neuem diese Tätigkeit aufgenommen.

Bei dem Studium der Literatur der letzten fünf Jahre finden sie neben einer Fülle medizinischer Arbeiten auch eine Fülle physikalischer Publikationen vor, in welchen alle physikalischen und technischen Fortschritte, welche in den Jahren 1914—1919 erreicht wurden, dargestellt sind. Das Studium dieser Menge von Publikationen erscheint für die meisten unmöglich. Eine Orientierung gerade über diese Literatur ist aber für alle strahlentherapeutisch interessierten Kreise notwendig. Die Redaktion der Strahlentherapie hat mich deshalb aufgefordert in einem größeren Sammelreferat einen Überblick zu geben, in welcher Weise die physikalisch-technischen Grundlagen der Strahlentherapie sich ausgestaltet und entwickelt haben. Dieser Aufforderung der Redaktion bin ich gerne nachgekommen und ich will versuchen, in großen Zügen das umfangreiche Gebiet darzustellen und im Zusammenhang mit dieser Darstellung die einschlägige Literatur eingehend zu behandeln.

Die physikalischen Erscheinungen, also alle Strahlungsarten, welche in der Strahlenbehandlung angewandt werden, reihen sich in ein einheitliches System ein, das wir als das elektromagnetische Spektrum zu bezeichnen pflegen. Dieses elektromagnetische Spektrum umfaßt alle elektromagnetischen Ausbreitungsvorgänge, welche auf den Schwingungen elementarster Teilchen, der Elektronen, beruhen und sich als Wellenbewegung durch den Äther im Raum fortpflanzen, mit der allen Lichterscheinungen typischen Geschwindigkeit von 300 Millionen Metern in der Sekunde.

Hierher gehören die Wellen der drahtlosen Telegraphie, mit deren Hilfe wir uns über weite Strecken der Erde drahtlos verständigen können.

Hierher gehören die Reststrahlen, die Wärmestrahlen und die Strahlen des sichtbaren Lichtes. Es reihen sich ferner die Röntgenstrahlen und die Gammastrahlungen der radioaktiven Substanzen in dieses System ein.

Alle diese eben genannten Strahlenarten sind im Prinzip ein und dieselbe Naturerscheinung, elektrische Ausbreitungsvorgänge im Äther, die sich als Wellenbewegung durch den Raum fortpflanzen. So wie ein ins Wasser geworfener Stein im Wasser eine Wellenbewegung auslöst, die über die Wasseroberfläche hin fortschreitet, so gehen von den Strahlungsquellen durch Erschütterungen und Schwingungen Wellenbewegungen aus, die sich durch das Medium, das ist in unserem Falle der Lichtäther, fortpflanzen und die sich uns je nach ihrer Beschaffenheit verschieden bemerkbar machen.

Die einzelnen Strahlungserscheinungen, also die einzelnen Wellen, sind nur durch ihre Wellenlänge voneinander verschieden und die verschiedenen Eigenschaften dieser Wellen beruhen in der Hauptsache nur auf der Verschiedenheit ihrer Wellenlängen.

Dieses sogen. elektromagnetische Spektrum ist uns bis jetzt zum größten Teil bekannt geworden von den elektrischen Wellen mit einer Wellenlänge von mehr als 2000 Metern bis hinab zu den kürzesten Wellen der Strahlungen der radioaktiven Substanzen mit Wellenlängen von weniger als 10^{-9} cm.

Die Erscheinungen des elektromagnetischen Spektrums bilden, wie bereits erwähnt wurde, die hauptsächlichsten Grundlagen des gesamten Gebietes der Strahlentherapie und verwandter physikalischer Methoden der Medizin.

Mittels schneller elektrischer Schwingungen, die das Primäre der elektrischen Wellen sind, ist es möglich, die Temperatur im Innern eines Körpers ganz wesentlich zu erhöhen. Wir haben die Grundlage der Diathermie, der Körperdurchwärmung.

Die Erscheinungen desjenigen Gebietes, des elektromagnetischen Spektrums, welches wir gemeinhin als Licht zu bezeichnen pflegen, spielen in der Strahlenbehandlung eine besondere Rolle, wobei auf die günstigen Einflüsse des Sonnenlichtes und des künstlichen Lichtes hingewiesen sei. Therapeutisch wichtig sind ferner die ultravioletten Strahlen, die sich nach dem eigentlichen Licht in das elektromagnetische Spektrum einordnen. Diejenigen Wellen des elektromagnetischen Spektrums endlich, welche unter dem Namen Röntgenstrahlen und Radiumstrahlen bekannt geworden sind, sind für die moderne Strahlenbehandlung von fundamentaler Bedeutung geworden.

Wir haben damit gesehen, daß alle diejenigen Strahlungserscheinungen, die in der modernen Strahlenbehandlung eine Rolle spielen, auf einer Wellenbewegung im Äther beruhen und sich einheitlich in das elektromagnetische Spektrum einordnen. Dasselbe ist schematisch in Abb. 1 aufgezeichnet.

Wir haben zunächst ein Gebiet 1, welches die Wellen der Strahlungen der radioaktiven Substanzen umfaßt, mit Wellenlängen von etwa $0{,}07 \cdot 10^{-8}$ cm bis $0{,}4 \cdot 10^{-8}$ cm[1]). Dieses Gebiet 1 gleitet hinüber in das Ge-

[1]) Rutherford und da Andrade, „Das Spektrum der penetrierenden γ-Strahlen von Radium B und Radium C." Phil. Mag. (6) 28, 1915, S. 263.

biet der Röntgenstrahlen. Die Wellenlängen der Röntgenstrahlen schwanken zwischen $0{,}18 \,.\, 10^{-8}$ cm und $11{,}2 \,.\, 10^{-8}$ cm[1]), daher auch die größere Ausdehnung dieses Spektralgebietes.

Während z. B. das sichtbare Spektrum nur eine Oktave umfaßt, dehnt sich das Röntgenspektrum über fast acht Oktaven aus, wie wir später noch genauer sehen werden.

Hieran schließt sich ein weiter ausgedehntes Gebiet 3 des elektromagnetischen Spektrums, das uns bis jetzt noch unbekannt ist; doch darf als sicher angenommen werden, daß auch dieser Raum mit Strahlungserscheinungen erfüllt ist[2]). Ihr Wesen und ihre Eigenschaften zu finden ist uns eben bis heute noch nicht gelungen.

Das ultraviolette Licht erfüllt das daran anschließende Gebiet 4 des elektromagnetischen Spektrums. Dieser Teil des Spektrums dehnt sich aus von etwa $9 \,.\, 10^{-6}$ cm bis etwa $3{,}6 \,.\, 10^{-5}$ cm[3]).

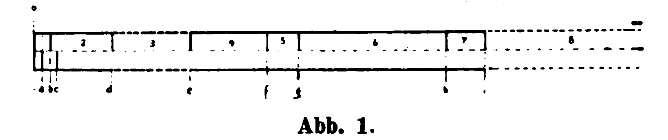


Abb. 1.

Nach dem ultravioletten Gebiet erscheint das sichtbare Licht im Gebiet 5, das sich aus dem bekannten Lichtspektrum, den Farben violett, indigo, blau, grün, gelb, orange und rot zusammensetzt; es erstreckt sich über die Wellenlängengebiete $3{,}6 \,.\, 10^{-5}$ cm bis etwa $6{,}4 \,.\, 10^{-5}$ cm[3]).

Rutherford u. da Andrade gelang es, das Spektrum auch der durchdringenden Strahlung von Ra B und Ra C zu photographieren.

Wagner, „Röntgenspektroskopie". Physik. Ztschr. 18, 1917, H. 17, 18, 19, 20. Diese umfassende Arbeit enthält eine schöne Zusammenstellung der Spektralanalyse der γ-Strahlen der radioaktiven Substanzen und in einer Tabelle sind die bisherigen Ergebnisse eingetragen.

Marx, „Handbuch der Radiologie V. Band." Kathodenstrahlen und Röntgenstrahlen, akademische Verlagsanstalt Leipzig 1919.

Dieses wertvolle Sammelwerk enthält die gesamten Ergebnisse der γ-Strahlen-Spektralanalyse.

[1]) E. Rutherford, Barnes und Richardson, „Maximalfrequenz der Röntgenstrahlen einer Coolidgeröhre bei verschiedener Spannung". Phil. Mag. 30, 1915, S. 339.

Durch die Messungen dieser Verfasser wurde die Existenz der sehr kurzwelligen Strahlungen nachgewiesen. $\lambda = 0{,}172 \,.\, 10^{-8}$ cm finden sie bei einer Spannung von etwa 175000 Volt.

Siegbahn, „Bericht über die Röntgenspektren der chemischen Elemente". Jahrb. d. Radioakt. u. Elektr. 13, 1916, S. 296.

Eine umfassende Darstellung der gesamten Ergebnisse der Röntgenspektroskopie bis zum Jahre 1916. Die obengenannten Werte für λ sind zum Teil dieser Arbeit entnommen.

[2]) cf. Lenard, „Quantitatives über Kathodenstrahlen aller Geschwindigkeiten". Abhandl. d. Heidelberger Akad. d. Wissensch., math.-naturw. Kl., 5. Abhandl. 1918.

Lenard vermutet, daß diese spektrale Lücke zwischen der Lichtstrahlung und den durchdringenden Ätherstrahlungen ausgefüllt wird durch bisher nicht untersuchte Ätherbestrahlungen, welche bei der Absorption mittelschneller Kathodenstrahlen entstehen.

[3]) Landolt-Börnstein, „Physikalisch chemische Tabellen". Julius Springer, Berlin 1912.

Auf Seite 949 Tab. 201 enthält das Werk eine übersichtliche Zusammenstellung sämtlicher Wellenarten des elektromagnetischen Spektrums und ihrer Wellenlängen.

Nach dem sichtbaren Licht reihen sich in dem folgenden Gebiet 6 die ultraroten Strahlen und die Wärmestrahlen ein. Dieses Wellenlängengebiet umfaßt den Bereich von $6{,}4 \, . \, 10^{-5}$ cm bis etwa $3{,}13 \, . \, 10^{-2}$ cm[1]).

Die Wärmestrahlen gehen über in das nächste Gebiet 7 des elektromagnetischen Spektrums, welches von den sogen. Reststrahlen mit Wellenlängen von einigen Zentimetern erfüllt ist und von Rubens erforscht wurde.

Hieran reiht sich ein sehr ausgedehntes Wellenlängengebiet 8 des elektromagnetischen Spektrums. In dieses Gebiet 8 reihen sich die elektrischen Wellen ein, die in der drahtlosen Telegraphie angewandt werden. Hier haben wir Wellenlängen von einigen Metern bis zu mehreren tausend Metern.

An Hand dieses Systems der physikalischen Erscheinungen, welches die Grundlage der gesamten Strahlentherapie darstellt, will ich nun im folgenden die Entwicklung der physikalischen und technischen Grundlagen der Strahlentherapie besprechen.

II. Die Gammastrahlen der radioaktiven Substanzen.

Das Gebiet der Gammastrahlungen der radioaktiven Substanzen ist in den letzten Jahren zwar weniger intensiv durchforscht worden, wie das ihm im elektromagnetischen Spektrum nachfolgende Gebiet der Röntgenstrahlen, weist aber trotzdem eine Reihe wichtiger neuer Entdeckungen auf.

So gelang die spektralanalytische Zerlegung der sehr kurzwelligen Gammastrahlen der radioaktiven Substanzen Radium B und Radium C. Rutherford und da Andrade waren es, die das Spektrum der sehr kurzwelligen Gammastrahlungen von Radium B und Radium C photographisch aufgenommen haben, ebenso wie das Spektrum der langwelligen γ-Strahlen[2]). Verschiedene interessante Spekulationen über den Ursprung der γ-Strahlenspektren hat Swinne aufgestellt[3]).

Damit konnten endlich physikalisch exakte und nicht anzweifelbare Vergleiche angestellt werden zwischen den Gammastrahlen der radioaktiven Substanzen und den Gamma ähnlichen Strahlungen der modernen Röntgenröhren. Die Spektren der Gammastrahlungen dehnen sich aus von $\lambda = 0{,}70 \, . \, 10^{-8}$cm bis $\lambda = 1{,}35 \, . \, 10^{-8}$cm für die langwellige Gammastrahlung und von $\lambda = 0{,}072 \, . \, 10$—8cm bis $\lambda = 0{,}428 \, . \, 10$—8cm für die kurzwelligen Gammastrahlungen.

Aus diesen Wellenlängenmessungen ergibt sich, daß das Spektrum der langwelligen Gammastrahlen 1 Oktave umfaßt, während das Spektrum der kurzwelligen Gammastrahlung über 2½ Oktaven sich ausdehnt. Wie wir bei der Betrachtung des Röntgenspektrums noch genauer sehen werden.

---

[1]) Siehe Anm. 3, S. 003.

[2]) Rutherford u. da Andrade, „Das Spektrum der penetrierenden γ-Strahlen von Radium B und Radium C". Phil. Mag. (6), 28, 1915, S. 263.

Rutherford u. da Andrade, „Die Wellenlänge der weichen Gammastrahlung von Radium B. Phil. Mag. (6) 27, 1914, S. 854.

Wagner, „Röntgenspektroskopie". Phys. Ztschr. 18, 1917, H. 17, 18, 19, 20.

Marx, „Handbuch der Radiologie V. Band". Kathodenstrahlen und Röntgenstrahlen, Akademische Verlagsanstalt Leipzig 1919.

[3]) Swinne, „Zum Ursprung der γ-Strahlenspektren und der Röntgenstrahlenserien". Physikal. Ztschr. 17, 1916, 481.

liegt das Spektrum der langwelligen Gammastrahlungen der radioaktiven Substanzen vollkommen innerhalb des Röntgenspektrums, während ein Teil des Spektrums der kurzwelligen Gammastrahlungen der radioaktiven Substanzen in den Bereich des Röntgenspektrums fällt, ein anderer größerer Teil dieses Spektrums dagegen aus dem bis jetzt bekannten Bereich des Röntgenspektrums hinausfällt[1]). Damit wurde es möglich, Parallelen zu ziehen zwischen den verschiedenen Strahlungsarten. Man kann eben daraus ersehen, daß die sehr kurzwelligen Strahlungsarten der radioaktiven Substanzen immer noch kurzwelliger sind, als alle Gammaähnlichen Strahlen moderner Röntgenröhren, soweit solche mit den modernen Apparaten erzeugt werden können.

Wichtig ist das Gebiet der radioaktiven Erscheinungen aber auch für die weiteren Betrachtungen deswegen, weil die medizinische Forschung in den letzten Jahren eingehend Versuche angestellt hat über kombinierte Röntgenbestrahlung und Radiumbestrahlung und mit der Kombination dieser beiden Strahlungsarten nicht zu unterschätzende Erfolge erzielte[2]). Auch hat die medizinische Forschung die Strahleneinwirkung und Strahlenanwendung eingehender untersucht[3]).

III. Die Röntgenstrahlungen.

In umfangreichster Weise und mit den größten Erfolgen ist nun dasjenige Gebiet des elektromagnetischen Spektrums durchforscht worden, welches von den Röntgenstrahlen ausgefüllt ist. Auch die technische Ausgestaltung gerade dieses Teiles des elektromagnetischen Spektrums ist in den letzten fünf Jahren zu hoher Vollendung gelangt. Röntgenröhren und Röntgenapparate sind heute in höchster Entwicklung und ihre Leistungen werden allen besonderen Zwecken völlig gerecht.

Die Entdeckung von Laue und Friedrich[4]), daß Röntgenstrahlen Lichtstrahlen sind, von sehr kleiner Wellenlänge, auf die lediglich unser Auge nicht zu reagieren vermag, hat zur Ausbildung eines besonderen physikalischen Forschungsgebietes, der Röntgenspektroskopie, geführt. Die Röntgenspektroskopie hat dann in allerkürzester Zeit und in wunder-

---

[1]) F. Voltz, „Über die Charakterisierung von Röntgenstrahlengemischen". Fortschr. d. Röntg. 26. 1918. H. 1.

Aus der Tabelle I dieser Arbeit geht übersichtlich die Verteilung der einzelnen Spektren hervor. Auch in Abb. 1 des vorliegenden Sammelreferates ist diesem Ineinandergreifen der Spektren Rechnung getragen.

[2]) Seitz-Wintz, „Erfahrungen mit der Röntgenbestrahlung des Gebärmutterkrebses kombiniert mit Radiumbehandlung". Mün. med. Woch. 1918, Nr. 8, S. 202.

Bumm, „Sechs Jahre Radium". Zbl. f. Gyn. 1919, Nr. 1.

Opitz, „Zur Technik der gleichzeitigen Radium und Röntgenbestrahlung". Zbl. f. Gyn. 1918, Nr. 45, S. 789.

[3]) Kehrer, „Über Tiefenwirkung und Reizdosierung des Radiums bei der Karzinombehandlung". Mün. med. Woch. 1918, Nr. 27, S. 719.

Fabry, „Kurze Mitteilungen über unsere Erfahrungen mit Radiumbehandlung". Mün. med. Woch. 1919, Nr. 5, S. 128.

Opitz, „Über stark gefilterte Röntgen- und Radiumstrahlen". Med. Kl. 1918, Nr. 38, S. 925 u. Nr. 39, S. 953.

[4]) Laue und Friedrich, „Röntgenstrahleninterferenzen". Berichte der Mün. Akad. d. Wissensch. 1912, S. 303 u. 363 und Physikal. Ztschr. 14, 1913, S. 1075.

Friedrich, „Röntgenstrahleninterferenzen". Physikal. Ztschr. 14, 1913, S. 1079.

barster Weise Ergebnisse gezeitigt, die für das Wesen der Röntgenstrahlen, für die Wirkung der Röntgenstrahlen und damit für ihre Anwendung in der Strahlentherapie von grundlegender Bedeutung geworden sind[1]. Auf die Forschungen und ihre Ergebnisse kommen wir im Laufe des vorliegenden Referates ausführlich zurück.

Den Erfolgen auf diesem neuen physikalischen Forschungsgebiet ist es zu verdanken, wenn sich für die röntgenologische Forschung manche neuen und sehr günstigen Perspektiven eröffnet haben. Seit wir durch diese Forschungen über das Wesen der sekundären Strahlungen der Röntgenstrahlen völlig im Klaren sind und insbesondere wissen, welchen Gesetzen diese von den primären Röntgenstrahlen ausgelösten Sekundärstrahlungen unterliegen, haben wir über die spezifischen Wirkungen der Röntgenstrahlen manche Klarheit gewonnen und die gewollte Reproduktion bestimmter Erscheinungen durch Röntgenstrahlen ist sicherer und zuverlässiger geworden.

Infolge der gründlichen Durchforschung des Röntgenspektrums durch die Methoden der Spektroskopie, konnten vor allem die Meßmethoden der Röntgenstrahlen verbessert und ausgestaltet werden, so wie es für die Anwendung der Röntgenstrahlen als umfassendes therapeutisches Mittel unbedingt notwendig war.

Glaubte man vor wenigen Jahren noch jede beliebige Wirkung der Röntgenstrahlen, wie z. B. ihre photographische Wirkung, ihre chemische Wirkung, ihre Wärmewirkung, ihre elektrische Wirkung usw. zur Festlegung ihrer Qualität und ihrer Quantität in jedem einzelnen Falle heranziehen zu können, so wurde uns nunmehr gerade durch die Erforschung des Spektrums der Röntgenstrahlen und die Erforschung der Entstehung und der Gesetze der sekundären Strahlen gezeigt, daß dieser Weg ein völlig falscher gewesen ist. Im Folgenden seien kurz die Methoden dargestellt und an Hand der Erläuterung der Methoden gezeigt, welche Verfahren heute als unbrauchbar auszuscheiden haben.

Die praktische Röntgenstrahlenmeßtechnik kennt bekanntlich mehr als acht Methoden die Qualität eines Röntgenstrahlengemisches abzuschätzen. Wir müssen hier wieder unterscheiden zwischen direkten und indirekten Methoden. Zu den indirekten Methoden sind zu rechnen, die Parallelfunkenstrecke, das Bauersche Qualimeter, das Sklerometer von Klingelfuß und der Spannungshärtemesser der Reiniger, Gebbert & Schall A.-G.

---

[1]) Wagner, „Röntgenspektroskopie". Phys. Ztschr. 18, 1917, H. 17, 18, 19, 20.
Diese ausführliche Arbeit enthält eine Beschreibung der Methoden der Röntgenspektroskopie und die Zusammenstellung der bisherigen Ergebnisse der Röntgenspektroskopie.

Siegbahn, „Bericht über die Röntgenspektren der chemischen Elemente". Jahrb. d. Radioakt. u. Elektr. 13, 1916, S. 296.

Siegbahn gibt hier eine genaue Beschreibung der von ihm für seine Untersuchung angewandten Methode der Röntgenstrahlenanalyse und gibt eine Reihe von Tabellen an, in welchen die bisherigen Ergebnisse der Röntgenspektralanalyse zusammengefaßt sind.

Marx, „Handbuch der Radiologie V. Band". Kathodenstrahlen und Röntgenstrahlen, Akademische Verlagsanstalt, Leipzig 1919.

Ein wertvolles Nachschlagewerk über die gesamten bisherigen Ergebnisse der Röntgenspektroskopie.

Die Meßfunkenstrecke ist bekanntlich zur Röhre parallel geschaltet und je geringer der „Widerstand" der Röhre ist, um so kleiner wird damit auch ihre parallele Funkenstrecke sein. Steigt der „Widerstand" der Röhre, so wird die Spannung nicht mehr über die Röhre sich ausgleichen, sondern über die Funkenstrecke. Es wird der „Widerstand" einer bestimmten Luftfunkenstrecke einem bestimmten „Widerstand" der Röntgenröhre gleichgesetzt. Man kann also bis zu einer gewissen Grenze die gleichwertige Funkenstrecke als Maß für die Strahlenqualität ansetzen. Daß in der Praxis tatsächlich mit der parallelen Funkenstrecke als Maß wohl gearbeitet werden kann, haben die Arbeiten der Erlanger Universitätsfrauenklinik gezeigt[1]). Bei allen Messungen mit der parallelen Funkenstrecke sind aber mancherlei Fehlerquellen zu beachten[2]). Die Ursachen davon sind in den verschiedenen Betriebsformen der Röntgenröhren zu suchen. Das Bauersche Qualimeter läßt ebenfalls auf Grund des Zusammenhanges zwischen Röhrenspannung und Wellenlängenmittel-

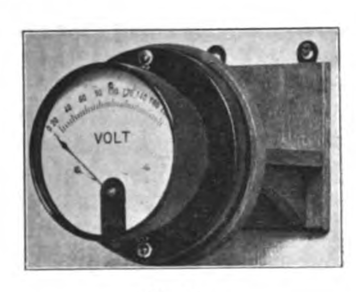


Abb. 2a.

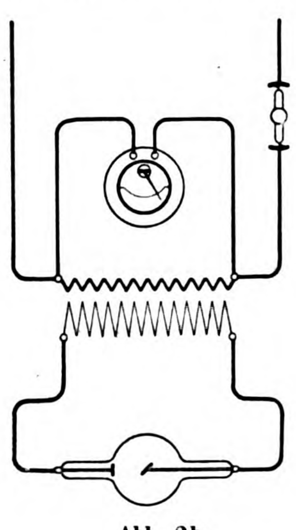


Abb. 2b.

wert[3]) (mittlere Härte) einen Schluß zu auf die jeweilige Qualität des emittierten Strahlengemisches. Die Messungen mit diesem Instrument sind aber von vielen anderen Faktoren beeinflußbar, die bei den Messungen zu beachten sind[4]). Zuverlässiger als die Resultate des Bauerschen

---

[1]) Wintz u. Iten, „Die Dosierung im praktischen Röntgenbetrieb mit Hilfe der parallelen Funkenstrecke". Mün. med. Woch. 1918, Nr. 14, S. 375.

Die Verfasser zeigen, in welchen Grenzen, gemessen durch Feststellung der prozentualen Tiefendosis, die Qualität eines Strahlengemisches und ebenso die Quantität verändert wird mit der Veränderung der parallelen Funkenstrecke.

[2]) Ludwig, „Das Verhalten der Röntgenröhre im praktischen Röntgenbetrieb". Phys. Ztschr. 16, 1915, H. 3.

Voltz, „Ziele und Probleme der Röntgenstrahlenmeßtechnik". Fortschr. d. Röntg. 24, 1916, H. 2, 3, 4.

[3]) Voltz, „Über die Charakterisierung von Röntgenstrahlengemischen". Fortschr. d. Röntg. 26, 1918, S. 41.

[4]) Voltz, „Maße und Messungen in der Röntgentechnik". Zbl. f. Röntgenstrahlen, Radium und verwandte Gebiete 7, 4916, H. 9/10.

Glocker u. Reusch, „Ergebnisse der Röntgenstrahlenanalyse". Fortschr. d. Röntg. 24, 1917, H. 6, S. 528.

Qualimeters sind die Resultate, die mit dem Sklerometer von Klingelfuß gewonnen werden. Bei Einhaltung konstanter Betriebsformen kann man das Instrument recht gut als Meßinstrument für die Strahlenqualität verwenden. Sehr gute Resultate, die mittlere Spannung, die an einer Röntgenröhre wirksam ist, zu messen, erhält man mit dem Spannungshärtemesser der Reiniger, Gebbert & Schall A.-G. Dieses Instrument ist an den modernen Tiefentherapieapparaten dieser Firma angebracht. Das Instrument (siehe Abb. 2 a) ist der Primärspule des Induktors parallel geschaltet, zeigt die Primärselbstinduktionsspannung an und läßt somit einen Schluß auf die Strahlenqualität zu. In Abb. 2 b ist der Anschluß des Spannungshärtemessers dargestellt.

Zu den direkten Methoden der qualitativen Messung der Röntgenstrahlen gehören die Härteskalen von Benoist und Wehnelt, dann die Härtemesser von Beez und Walter. Ferner gehört hierher die Feststellung des Absorptionskoeffizienten und die Festlegung der Halbwertschicht eines Strahlengemisches. Außerdem ist hierher zu gruppieren ein neuer Härtemesser für Röntgenstrahlengemische praktischer Homogenität, der von Wintz und Baumeister[1]) angegeben wurde.

Die Härteskalen von Benoist und Wehnelt vergleichen bekanntlich die Permeabilität einer Schicht veränderlicher Dicke, wie eines logarithmisch geschweiften Aluminiumkeiles oder einer nach einer geometrischen Reihe zweiter Ordnung ansteigenden Aluminiumtreppe mit der Permeabilität eines dünnen Silberbleches von 0,11 mm Stärke.

Diese Methoden ergeben eindeutige Werte, soweit man bei Absorptionsmessungen überhaupt von eindeutigen Werten sprechen kann, nur bei ein und derselben Betriebsform[2]), während sie bei mehreren Betriebsformen nur mehr orientierenden Wert besitzen. Die Resultate der Messungen mit diesen Methoden sind aber noch einer ganzen Reihe von Fehlerquellen unterworfen, die in den Erscheinungen der Sekundärstrahlungen ihre Ursache haben. So erhält man z. B. andere Werte, wenn man die Messung am Fluoreszenzschirm vornimmt statt auf der photographischen Platte[3]). Aber auch innerhalb der Messungen auf dem Fluoreszenzschirm ergeben sich wieder Unterschiede, die von der Art des Leuchtschirmes abhängig sind[4]). Bei den Messungen auf die photographischen Platte ist das Resultat wieder abhängig von der Art der Platte und von der Entwicklerzusammensetzung, in der der Platte entwickelt wird[1]). Die Ursachen für alle diese Erscheinungen sind in den sekundären Strahlungen zu finden und der damit zusammenhängenden selektiven Absorptionsfähigkeit der verschiedenen zur Meßreaktion verwendeten Substanzen. Die Härtemesser von Beez und Walter sind in der Praxis gar nicht mehr

---

[1]) Wintz u. Baumeister, „Neue Hilfsmittel zur Röntgentiefentherapie". Mün. med. Woch. 1918, Nr. 38, S. 1050.

[2]) Kröncke, „Die Messung der Härte und Intensität der Röntgenstrahlen". Dissertation Göttingen. 1913.

[3]) Voltz, „Zur Frage der Härtemessung der Röntgenstrahlen auf photographischem Wege". Physikal. Ztschr. 16, 1915, H. 17.

[4]) Voltz, „Die sekundären Wirkungen der Röntgenstrahlen". Phys. Ztschr. 17, 1916, H. 21 und Phys. Ztschr. 18, 1917, S. 185.

Der Verfasser zeigt, daß je nach der Art des angewandten Leuchtschirmes sich „Härteunterschiede" von 1—3 Wehnelt bemerkbar machen können.

gebräuchlich, deshalb seien sie nur nebenbei erwähnt. Außerdem sei aber auch bemerkt, daß die Resultate dieser Methoden den gleichen Fehlerquellen unterliegen, wie die Methoden von Benoist und Wehnelt.

Der von Baumeister und Wintz[1]) angegebene Härtemesser für kurzwelliges Röntgenlicht praktischer Homogenität ist in Abb. 3 dargestellt.

Als Vergleichsfeld wird ein Pertinaxblock verwendet, dessen Durchlässigkeit 1 cm Wasser entspricht. Mit demselben wird eine Aluminiumtreppe verglichen mit Stufen von 1 mm, 1,5 mm, 2 mm, 2,7 mm Dicke, die bei kurzwelligster Strahlung gefiltert mit 0,5 mm Zink nur ihrem Dichtigkeitswert entsprechend absorbiert, wobei folglich 2,7 mm Aluminium 1 cm Wasserschicht entspricht[2]). Das vierte Feld zeigt also, sobald die Tönung übereinstimmt, kurzwelligste praktisch homogene Strahlung an, während die übrigen Felder Aufschluß über entsprechend weniger kurzwelliges Röntgenlicht geben. Die Messung kann fluometrisch oder photographisch vorgenommen werden.

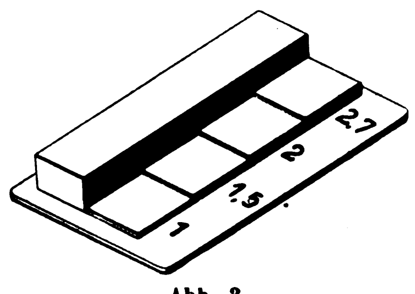


Abb. 3.

Der Absorptionskoeffizient ist bekanntlich derjenige Prozentsatz des Strahlengemisches, der in einem Material bestimmter Dicke (als Normalkörper wird hier Aluminium angewandt) absorbiert wird. Gemessen wird dieser Prozentsatz mittels des iontometrischen Verfahrens, auf das wir im folgenden zurückkommen.

Von Christen[3]) wurde nun in die Röntgenstrahlenmeßtechnik der Begriff des Halbwertes gebracht, weil er für den Arzt klarer ist, als der Begriff des Absorptionskoeffizienten. Als Halbwert bezeichnet Christen diejenige Schicht destillierten Wassers, welche gerade die Hälfte der Strahlenenergie absorbiert. Man kann aber ebenso Aluminium als Absorptionskörper verwenden, wie dies in letzter Zeit vielfach gemacht wird. Man muß aber stets angeben, in welchem Material und welcher Schichtdicke der Halbwert festgestellt wurde. Von Christen wurde als Normal-Absorptionskörper Wasser genommen, weil dieses ungefähr die gleiche Absorptionsfähigkeit besitzt, wie die Weichteile des menschlichen Körpers. Die Halbwertschicht einer Strahlung ist natürlich um so größer, je kurzwelligere Komponenten das Gemisch enthält, während der Absorptionskoeffizient um so kleiner ist. Absorptionskoeffizient k und Halbwertschicht a stehen in folgender Beziehung zueinander:

$$k = \frac{0{,}693}{a}$$

Gegen die Christensche Halbwertschicht wurde von vielen Seiten

---

[1]) Wintz u. Baumeister, „Neue Hilfsmittel zur Röntgentiefentherapie". Mün. med. Wschr. 1918, Nr. 38, S. 1050.

[2]) Glocker u. Reusch, „Ergebnisse der Röntgenstrahlenanalyse". Fortschr. d. Röntg. 24, 1917, H. 6, S. 528.

[3]) Christen, „Messung und Dosierung der Röntgenstrahlen". Monographie, Lukas, Gräfe u. Sillen, Hamburg 1912.

Stellung genommen, insbesondere wurde verschiedentlich bemerkt, sie gelte nur für homogene Strahlen. Nun zeigt Christen in einer neueren Arbeit[1]), daß sich mittels des Begriffes Halbwert auch ein sogen. Heterogenitätsfaktor aufstellen läßt, welcher sich als Quotient aus den beiden ersten Halbwertschichten ergibt und welcher ein heterogenes Strahlenbündel gut charakterisiert. Dieser Faktor h ist also

$$h = \frac{a_2}{a_1}$$

wobei a_2 und a_1 die beiden ersten Halbwertschichten darstellen. Für ein homogenes Strahlenbündel ist h = 1.

Die Halbwertschicht kann nun ebenfalls fluometrisch oder photometrisch gemessen werden und hierfür hat Christen[2]) besondere Methoden

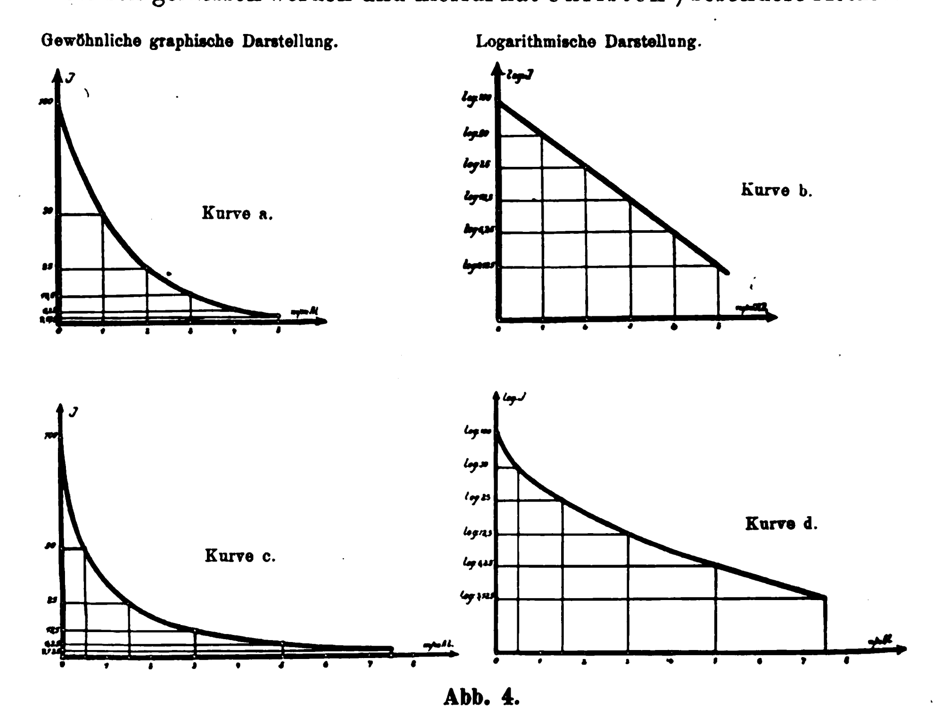


Abb. 4.

angegeben. Aber hier sind die gleichen Fehlerquellen vorhanden, die wir bei den Härtemessern von Benoist und Wehnelt beschrieben haben. Eindeutige Resultate erhält man nur bei iontometrischer Feststellung der Halbwertschicht.

Bei der Feststellung von Absorptionskurven gibt die Halbwertschicht

---

[1]) Christen, „Die Messung heterogener Röntgenstrahlen". Fortschr. d. Röntg. 23, 1915, H. 3.

[2]) Christen, „Zur Theorie und Technik der Härtemessung". Fortschr. d. Röntg. 22, 1914, H. 2, S. 247.
Christen entwickelt hier ausführlich die Theorie der Härtemessung und beschreibt einen von ihm angegebenen photographischen Halbwertschichtmesser.

jeweils ein sehr klares Bild über die Zusammensetzung der Strahlengemische. Stellt man unter Vorschaltung einer Reihe von Filtern eine Absorptionskurve auf, so lassen sich die aufeinanderfolgenden Halbwertschichten graphisch leicht ermitteln, wie Christen[1]) mehrfach gezeigt hat. Aus dieser Feststellung sieht man dann, ob man es mit heterogenen oder homogenen Strahlengemischen zu tun hat. Hat man es mit homogenen Gemischen zu tun, so sind die aufeinanderfolgenden Halbwertschichten alle einander gleich. Hat man es mit heterogenen Gemischen zu tun, so werden die Halbwertschichten mit steigender Filterung größer, wie die Kurven a und c der Abb. 4 zeigen.

Wendet man anstelle der gewöhnlichen graphischen Darstellung die von Weißenberg[2]) angegebene logarithmische Darstellung an, so wird der Überblick, ob wir es mit einer homogenen oder einer heterogenen Strahlung zu tun haben, noch klarer, wie die Kurven b und d der Abb. 4 zeigen. Haben wir es mit einer homogenen Strahlung zu tun, so verläuft die Absorptionskurve in Form einer Geraden, bei einer heterogenen Strahlung dagegen wird die Kurve mehr oder weniger von der Form einer Geraden abweichen, je nachdem die Heterogenität größer oder kleiner ist. Man kann auf Grund dieser Darstellung auch sehr leicht beurteilen nach welcher Filterstärke die Strahlung homogen wird. Von dieser Darstellung ist in der Praxis bereits reichlich und mit Erfolg Gebrauch gemacht worden[3]).

Die quantitative Messung der Röntgenstrahlen nun kennt wohl über 20 Methoden. Auch hier ist wieder zwischen direkten und indirekten Methoden zu unterscheiden. Als indirekte Methoden sind zu nennen das Milliamperemeter und die Methode von Köhler, welche auf Grund der Temperatursteigerung der Glaswand der Röntgenröhre die Dosis zu ermitteln sucht. Beide Methoden sind aber für exakte Messungen kaum zu verwenden und seien hier nur nebenbei erwähnt.

Eingang in die Praxis haben hauptsächlich die direkten Methoden gefunden und diese beruhen wieder auf Messungen im Strahlengange des Röntgenstrahlenbündels und haben ihre Ursache in den sogen. besonderen Wirkungen der Röntgenstrahlen, als welche zu bezeichnen sind:

---

[1]) Christen, „Die Messung heterogener Röntgenstrahlen". Fortschr. d. Röntg. 23, 1919, H. 3.

[2]) Weißenberg, „Eine neue graphische Darstellung der Absorption von Röntgenstrahlen, nebst einigen ihrer Anwendungen und zwar zur Analyse des Strahlengemisches, der Filterwahl und der Erleichterung von Berechnungen". Fortschr. d. Röntg. 23, 1915, H. 3, S. 229.

[3]) Wintz, Dechend u. Iten, „Die Messung der Primärstrahlung der Coolidge, Lilienfeld- und selbsthärtenden Siederöhre". Fortschr. d. Röntg. 25, 1918, H. 4, S. 330.

Küpferle u. Lilienfeld, „Grundlagen therapeutischer Anwendung der Röntgenstrahlen". Freiburg-Leipzig 1917.

Lilienfeld, „Einige Messungen an Röntgenstrahlen". Fortschr. d. Röntg. 25, 1917, H. 77.

Weißenberg, „Dosis und Flächenenergie". (Berechnung der Flächenenergie aus den Angaben guter Dosimeter.) Fortschr. d. Röntg. 23, 1916, H. 6, S. 527.

Goß, „Über die Härteanalyse der Röntgenstrahlen und die Wirkung verschiedener Filter". Fortschr. d. Röntg. 24, 1917, H. 5, S. 409.

Küpferle u. Lilienfeld, „Die praktische Dosimetrie der Röntgenstrahlen". Strahlentherapie 9, 1919, H. 1, S. 10.

1. die chemische Wirkung der Strahlen,
2. die Wärmewirkung,
3. die Fluoreszenzwirkung,
4. die elektrische Aufladung von Körpern,
5. die Veränderung der elektrischen Leitfähigkeit von Stoffen (z. B. Selen).
6. die Ionisationswirkung.

Am meisten angewandt werden diejenigen Methoden, die auf einer von den Röntgenstrahlen hervorgerufenen chemischen Veränderung von Substanzen beruhen. Als solche sind zu nennen:

1. Das quantimetrische Verfahren von Kienböck. Dasselbe benutzt als Maß die Schwärzung eines Bromsilberstreifens, der in einem ganz bestimmten Entwickler von ganz bestimmter Temperatur eine bestimmte einheitlich festgesetzte Zeit entwickelt wird. Der Schwärzungsgrad wird dabei an einer Normalskala abgelesen. Es sist ohne weiteres ersichtlich, daß dieses Verfahren eine Reihe von Fehlermöglichkeiten aufweist, die in der Literatur der letzten Jahre zur Genüge behandelt worden sind[1]). Allein es gelten auch für seine allgemeine Anwendbarkeit die gleichen Gründe, die wir bei der Behandlung der qualitativen Meßtechnik kennen gelernt haben. Die Silbersalze werden, infolge ihrer Fähigkeit selektiv zu absorbieren[2]), je nach der Zusammensetzung des primären Röntgenstrahlengemisches, eine verschiedene Reaktion ergeben, ohne daß die Quantität der Strahlen sich verändert zu haben braucht. Auf diese Fehlermöglichkeiten ist ebenfalls in der Literatur der letzten Jahre eingehend hingewiesen worden[3]). Da nun der Meßfehler, der durch die

[1]) H. E. Schmidt, „Zur Dosierung in der Röntgentherapie". Fortschr. d. Röntg. 22, 1915, H. 4.

[2]) Voltz, „Die sekundären Strahlungen der Röntgenstrahlen und der γ-Strahlungen der radioaktiven Substanzen". Strahlentherapie 8, 1918, H. 2, S. 337.

Es ist, wie in dieser Arbeit genauer dargestellt ist, zu unterscheiden zwischen normaler und selektiver Absorption. Normale Absorptionsverhältnisse in einem Medium haben wir solange, als nicht die Erscheinungen der Sekundärstrahlung auftreten. Selektive Absorption haben wir dann, wenn infolge der auftretenden Sekundärstrahlung eine sprunghafte Änderung des Absorptionsvermögens eintritt.

[3]) Voltz, „Ziele und Probleme der Röntgenstrahlenmeßtechnik". Fortschr. d. Röntg. 24, 1916, H. 2, 3, 4.

Voltz, „Maße und Messungen in der Röntgentechnik". Zbl. f. Röntgenstrahlen, Radium und verwandte Gebiete 7, 1916, H. 9/10, S. 289.

Christen, „Messung heterogener Röntgenstrahlen". Fortschr. d. Röntg. 23, 1915, S. 214.

Glockner, „Eine neue Methode zur Intensität und Härtebestimmung von Röntgenstrahlen, besonders für die Zwecke der Tiefentherapie". Fortschr. d. Röntg. 24. 1916, H. 2.

Wagner, „Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen". Ann. d. Phys. 46. 1915, S. 468. Mün. Ber d. Akad. d. Wissensch. 1914, S. 329.

Wagner hat in diesen Arbeiten den experimentellen Beweis für die sprunghaft gesteigerte Empfindlichkeit photographischer Emulsionen für Strahlengemische von über 1,5 mm Aluminium Halbwertschicht gebracht. Wagner zeigt, daß die in den Röntgenspektralaufnahmen neben den eigentlichen Fluoreszenzlinien zu findenden zwei kontinuierlichen Banden mit scharf nach den längeren Wellen zu begrenzten Bandkanten dem Silber und dem Brom der photographischen Emulsion zuzuschreiben sind. Im Anschluß an diesen Nachweis der Silber- und Brombanden wird dann von Wagner gezeigt, daß die Schwärzung im kontinuierlichen Spektrum auch nicht annähernd den wahren Intensitätsverlauf des Spektrums und zwar des Bremsstrahlenspektrums darstellt.

selektive Absorption entsteht, verschwindend klein, wird sobald man ausschließlich sehr kurzwellige Strahlengemische verwendet, die zugleich praktische homogen sein müssen, so kann, wie Wintz und Baumeister[1]) gezeigt haben, das Kienböckverfahren unter ganz bestimmten Bedingungen zur Kontrolle des Betriebes verwendet werden. Nicht aber kann man das Verfahren zu Vergleichen verschiedener Betriebe verwenden.

2. Das Verfahren von Sabouraud und Noirée. Dieses versucht auf Grund der Verfärbung eines Kaliumplatinzyanürplättchens die Dosis zu bestimmen, welche die Verfärbung hervorrief. Neben Ablesefehlern, die bei den feinen Farbenunterschieden leicht vorkommen und die durch besondere Ablesebestimmungen ausgeschaltet werden sollen[2]), ist als Hauptfehlerquelle wieder die selektive Absorptionsfähigkeit derjenigen Elemente zu nennen, die in diesem Reagenz enthalten sind. Wir haben hier die gleichen Erscheinungen, wie bei dem Quantimeter von Kienböck. Diese Erscheinungen werden bei den sehr kurzwelligen Strahlengemischen, die heute in der Tiefentherapie Verwendung finden, ganz besonders in Erscheinung treten.

Neben diesen beiden in der praktischen Strahlenmessung am häufigsten benutzten Methoden existieren noch eine ganze Reihe anderer Verfahren. So sei noch erwähnt das Dosimeter nach Schwarz, welches als Maß die Ausscheidung von Kalomel aus einer Ammoniumoxalat-Sublimatlösung benutzt. Weitere Verfahren wurden von Freund und Bordier, von Holzknecht und anderen angegeben. Auch neuerdings wurde versucht, derartige Verfahren in die Praxis wieder einzuführen[3]). Doch auch alle diese Meßmethoden sind den Erscheinungen der Sekundärstrahlungen unterworfen[4]).

Ferner wurde vorgeschlagen, die von einem Radiumpräparat hervorgerufene Wirkung als Einheit einzuführen[5]). Auch hier gilt das schon früher über das Kienböck-Verfahren Gesagte.

Seit mehreren Jahren haben in die Praxis auch Strahlenmeßapparate zur Bestimmung der Dosis Eingang gefunden, die auf der Veränderung der elektrischen Leitfähigkeit von Selenzellen beruhen. Dabei ist jedoch zu beachten, daß Selenzellen eine ganze Reihe von Erscheinungen aufweisen, die störend einwirken können, wie Trägheits- und Ermüdungs-

---

[1]) Wintz und Baumeister, „Das zweckmäßige Filter der gynäkologischen Röntgentiefentherapie". Fortschr. d. Röntg. 24, 1916, H. 3, S. 241.

Baumeister, „Die biologische Dosierung in der Universitätsfrauenklinik Erlangen". Th. d. G. 1919, Januar.

Wintz und Iten, „Die Dosierung im praktischen Röntgenbetrieb mit Hilfe der parallelen Funkenstrecke. Mün. med. Woch. 1918, Nr. 14, S. 375.

[2]) H. E. Schmidt, „Zur Dosierung in der Röntgentherapie". Fortschr. d. Röntg. 22, 1915, H. 6, S. 595.

[3]) Bordier, „Sur une unité radiothérapique de quantité". Referat Mün. med. Woch. 1919, Nr. 4, S. 114.

[4]) Voltz, „Die sekundären Strahlungen der Röntgenstrahlen und der γ-Strahlen der radioaktiven Substanzen". Strahlentherapie 8, 1918, H. 2, S. 237.

Grann, „Über die Benutzung des photochemischen Vorganges der Kalomelausscheidung zur Messung von Röntgenstrahlen und über photochemische Methoden überhaupt". Fortschr. d. Röntg. 23, 1915, H. 3, S. 289.

[5]) Sidney Russ, „Anregung für eine neue Einheit in der Strahlentherapie". Arch. of Radiol. and Elektrol. 1918, S. 226.

erscheinungen[1]). Diese Erscheinungen sind aber durch besondere Konstruktionen der Selenzellen bis zu einem gewissen Grade zu eliminieren, wie eine Reihe neuerer Arbeiten zeigt[2]).

Aber auch für diese Dosimeter gilt als Fehlerquelle die selektive Absorptionsfähigkeit des Selens infolge seines hohen Atomgewichtes[3]). Bei den sehr kurzwelligen Strahlengemischen der modernen Röntgenapparate dürfte aber der Fehler nicht mehr so schwer ins Gewicht fallen. Die selektive Absorption wird eine besondere Rolle spielen in dem Wellenlängengebiet von $\lambda = 0{,}96 \,.\, 10^{-8}$ cm bis etwa $\lambda = 0{,}41 \,.\, 10^{-8}$ cm. Dieses Gebiet ist bei den jetzt angewandten Strahlengemischen in der Hauptsache überschritten, so daß Messungen mit Selenzellen innerhalb der gleichen Betriebsgrenzen vorgenommen werden können, wie dies für die Kienböckmessungen gilt.

Will man die Quantität der Röntgenstrahlen wirklich einwandfrei messen, so darf keines der Elemente, die in dem Reagenzkörper enthalten sind, ein höheres Atomgewicht als 27 besitzen[4]). Diese Bedingung ist erfüllt, sobald man sich dazu entschließt, Röntgenstrahlengemische mittels iontometrischer Verfahren quantitativ auszuwerten. Hierauf kommen wir im Verlaufe der Arbeit noch zurück.

Neben der Vielheit der Methoden macht sich auch auf dem Gebiete der qualitativen und quantitativen Röntgenstrahlenmessung die Vielheit in der Nomenklatur störend bemerkbar. In die qualitative Röntgenstrahlenmessung eine bestimmte Einheitlichkeit gebracht zu haben ist das Verdienst von Christen. Die Christensche Halbwertschicht kann

---

[1]) Voltz, „Über die Verwendbarkeit des Selens zu Röntgenstrahlenenergiemessungen". Physikal. Ztschr. 16, 1915, H. 11.

[2]) Grann, „Prinzipielles über die Selenzelle als Mittel zur Strahlenmessung. Fortschr. d. Röntg. 23, 1915, H. 3, S. 267.

Mayer, „Zur praktischen Anwendung der Selenzelle unter Vermeidung ihrer Fehler". Fortschr. d. Röntg. 23, 1915, H. 3, S. 283.

Immelmann u. Schütze, „Absorptionsmessungen mit dem Fürstenauschen Intensimeter". Fortschr. d. Röntg. 22, 1915, H. 5, S. 533.

Fürstenau, „Experimentelle Untersuchungen über die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf das Selen". Fortschr. d. Röntg. 24, 1917, H. 5, S. 391.

Fürstenau, „Über die Verwendbarkeit des Selens zu Röntgenstrahlenenergiemessungen". Physikal. Ztschr. 16, 1915, Nr. 44.

Fürstenau, „Über den elektrischen Widerstand des Selens". Verhandlungen der deutschen physikalischen Gesellschaft 1916, Nr. 6/7.

[3]) Voltz, „Über die Verwendbarkeit des Selens zu Röntgenstrahlenenergiemessungen". Physikal. Ztschr. 16, 1915, H. 17.

[4]) Voltz, „Ziele und Probleme der Röntgenstrahlenmeßtechnik". Fortschr. d. Röntg. 24, 1916, H. 2, 3, 4.

In dieser ausführlichen Arbeit behandelt der Verfasser die gesamten Grundlagen der Qualimetrie und Quantimetrie der Röntgenstrahlen und stellt sowohl für die Qualimeter als auch für die Quantimeter einheitliche Forderungen auf.

Glocker, „Die Meßmethoden der Röntgenstrahlen". Physikal. Ztschr.

In dieser Arbeit behandelt der Verfasser in eingehender Form die einzelnen Meßmöglichkeiten der Röntgenstrahlen und gibt eine physikalische Kritik der Methoden. Die Arbeit ist als Nachschlagewerk über Röntgenstrahlenmessung sehr wertvoll.

Voltz, „Die sekundären Strahlungen der Röntgenstrahlen und der Strahlen der radioaktiven Substanzen. „Strahlentherapie" 1918.

In dieser Arbeit werden die gesamten Erscheinungen der Sekundärstrahlungen eingehend behandelt und gezeigt, warum die oben genannte Forderung aufgestellt werden muß.

heute als Einheitsmaß für die praktische Röntgenstrahlenqualimetrie gelten. Die Klarheit in der Röntgenstrahlenqualimetrie wird noch weiter gefördert, wenn man sich zur allgemeinen Einführung der von dem Verfasser vorgeschlagenen absoluten Begriffe entschließt[1]), auf die wir noch eingehen werden. In die Festlegung der Dosen Klarheit gebracht zu haben, ist das bedeutende Verdienst von Seitz und Wintz, welche die biologische Dosierung eingeführt haben[2]). Seitz und Wintz haben als Einheitsdosis die Hauteinheitsdosis eingeführt H. E. D. Sie wird definiert als eine Strahlenmenge, welche verabfolgt wird bei 23 cm Fokushautabstand, selbsthärtender Siederöhre, Symmetrieapparat, 0,5 mm Zinkfilter und die nach acht Tagen eine leichte Rötung und nach vier Wochen eine leichte Bräunung der Haut mit sich bringt.

Auf Grund dieses Begriffes der Hauteinheitsdosis H. E. D., welche Seitz und Wintz = 100% setzen, haben Seitz und Wintz weitere Dosen festgelegt und es ergeben sich aus den Arbeiten dieser beiden Forscher folgende Zahlen:

Hauteinheitsdosis	= 100%
Kastrationsdosis	= 35% H. E. D.
Sarkomdosis	= 60—70% H. E. D.
Karzinomdosis	= 100—110% H. E. D.
Reizdosis für das Karzinom	= 35—40% H. E. D.
Darmdosis	= 135% H. E. D.
Muskeldosis	= 180% H. E. D.

Die Anzahl der einzelnen Felder, die notwendig sind, um die Röntgenstrahlenmenge an dem Ort ihre Wirkung zu vereinen und je nach dem Fall die eben genannten Dosen zu erreichen, werden in jedem einzelnen Falle festgestellt mittels des von Wintz eingeführten Begriffes der prozentualen Tiefendosis[3]).

---

[1]) Voltz, „Über die Charakterisierung von Röntgenstrahlengemischen". Fortschr. d. Röntg. 26, 1918. S. 69.

[2]) Seitz und Wintz, „Grundsätze der Röntgenbestrahlung des Gebärmutterkrebses und des Karzinoms im allgemeinen". Die Karzinomdosis. Mün. med. Woch. 1918, Nr. 4.

Seitz und Wintz, „Die Röntgenbestrahlung der Genitalsarkome und andere Sarkome und ihre Erfolge. Die Sarkomdosis". Mün. med. Woch. 1918, Nr. 20.

Wintz, „Die wirksame Röntgenenergie in der Tiefentherapie und ihre Messung". Mün. med. Woch. 1917, Nr. 28.

Baumeister, „Die biologische Röntgendosierung in der Erlanger Universitäts-frauenklinik". Th. d. G. 1919. Januar.

[3]) Wintz, „Die wirksame Röntgenenergie in der Tiefentherapie und ihre Messung". Mün. med. Woch. 1917, Nr. 28, S. 901.

Als prozentuale Tiefendosis definiert der Verfasser denjenigen Prozentsatz an Röntgenstrahlenenergie, der unter Berücksichtigung von Absorption und Dispersion bis 23 cm Fokusoberflächenabstand und einem Einfallsfeld von 6,8 cm in 10 cm Tiefe erreicht wird.

Wintz und Baumeister, „Das zweckmäßige Filter". Fortschr. d. Röntg. 24, 1916, H. 3, S. 240.

Die prozentuale Tiefendosis läßt sich, wie Wintz zeigt, in eine bestimmte gesetzmäßige Beziehung zur Halbwertschicht bringen, wenn man die von Wintz angegebene Formel anwendet:

$$a = \frac{w \cdot \log 2}{\log D_0 - \log D - 2 \cdot \log\left(1 + \frac{w}{r}\right)}$$

Daß die Vielheit der Nomenklatur überaus störend war, ist von den verschiedensten Verfassern in Arbeiten der letzten Jahre mehrfach betont worden[1]). In gewisser Beziehung ist nun Klarheit geschaffen und es steht nur zu hoffen, daß diese Klarheit weiter gefördert wird dadurch, daß man sich in der qualitativen Meßtechnik entschließt, die Halbwertschicht allgemein einzuführen und die von dem Verfasser angegebenen Definitionen: in der quantitativen Meßtechnik wäre die von Seitz und Wintz gegebene Skala zu verwenden. Wir haben durch die vorausgegangenen Ausführungen gesehen, daß es notwendig war, eine ganze Reihe von Meßverfahren, die man früher für einwandfrei und zuverlässig gehalten hat und mit denen im großen Umfange gearbeitet worden ist, heute als unbrauchbar auszuscheiden bzw. ihrer Anwendung gewisse Beschränkungen aufzuerlegen. Die Ausschaltung dieser relativen Verfahren für exakte Messungen ist inzwischen auch geschehen und die in gewissen Grenzen noch verwendbaren Verfahren werden nur mehr für solche Möglichkeiten angewandt, bei denen die Fehlergrenzen geringe sind, wie wir dies angeführt haben.

Weiter haben uns die Forschungen der Röntgenspektroskopie und die damit parallelgehenden Forschungen über die sekundären Strahlungen gezeigt, daß die sekundären Strahlungen, von denen wir drei Arten zu unterscheiden haben, nämlich die zerstreute Röntgenstrahlung, die Fluoreszenzröntgenstrahlung oder Eigenstrahlung und dann als dritte die sogen. Betastrahlung, auch für die als praktisch anzusehenden Meßmethode noch erhebliche Fehlerquellen darstellen. Insbesondere ist es, wie ausführliche Untersuchungen der letzten fünf Jahre dargetan haben, gerade die von den Primärstrahlen ausgelöste zerstreute Röntgenstrahlung, welche die Meßresultate selbst exakter und praktisch verwendbarer Meßverfahren beeinflussen kann[2]).

Hier bedeutet a die Halbwertschicht in cm, w die Wasserhöhe in cm, Do die Dosis an der Oberfläche, D die Tiefendosis, r den Fokusoberflächenabstand.

Baumeister, „Die biologische Röntgendosierung in der Universitätsfrauenklinik Erlangen". Th. d. G. 1919, Januar.

Der Verfasser gibt in dieser sehr klaren Arbeit die Methode zur Feststellung der von Wintz eingeführten prozentualen Tiefendosis an und zeigt, wie die Dosis aus den gewonnenen Meßresultaten errechnet werden kann.

[1]) Ludewig, „Das Bedürfnis nach einer Einheitsskala in der Röntgentechnik". Die Naturwissenschaften 3, 1915, S. 403.

Voltz, „Ziele und Probleme der Röntgenstrahlenmeßtechnik". Fortschr. d. Röntg. 24, 1916. H. 2, 3, 4.

Voltz, „Die gegenwärtigen Probleme der Röntgentechnik". Röntgentaschenbuch 8, 1919.

[2]) Wintz, „Das zweckmäßige Filter der gynäkologischen Röntgentiefentherapie". Fortschr. d. Röntg. 24, 1916. H. 3. S. 241.

Hier wird ausführlich auf die Bedeutung der Streustrahlung hingewiesen und der Einfluß der Streustrahlung an einer Reihe von praktischen Fällen erläutert.

Voltz, „Die sekundären Strahlungen der Röntgenstrahlen und der γ-Strahlungen der radioaktiven Substanzen". Strahlentherapie 8, 1918, H. 2, S. 337.

Diese Arbeit ist eine ausführliche Zusammenstellung der bisherigen Ergebnisse der Forschungen über die sekundären Strahlungen und es ist in dem Abschnitt über die zerstreute Röntgenstrahlung ausführlich auf ihren Einfluß auf Messungen hingewiesen.

Christen, „Landläufige Irrtümer über Strahlenmessung". Strahlentherapie 7, 1916, S. 452.

Christen zeigt in dieser für den Arzt leider zu theoretisch gehaltenen Arbeit, daß die auffälligen Ausbiegungen an Absorptionskurven, wie sie sehr häufig in diesbezüglichen Arbeiten zu finden sind auf die störenden Wirkungen von Streustrahlen

Als exaktes Meßverfahren zur quantitativen und qualitativen Messung der Röntgenstrahlen wurde die iontometrische Meßmethode weiter ausgestaltet und verbessert. Ein wesentlicher Fortschritt ist hier durch die Eichung der Iontoquantimeter erreicht worden, welche von Friedrich[1]) angegeben wurde.

Durch die Verbesserung der Ionisationskammer wurde aber in gewissem Sinne eine Parallelität erzielt zwischen der Absorption des Strahlengemisches im Gewebe und der Absorption des Strahlengemisches in der Meßkammer[1]). Auf Grund der Angaben von Krönig und Friedrich[1]), daß in der von ihnen eingeführten physikalischen Einheit „e" die von

---

zurückgeführt werden können. Eine Anzahl derartiger Kurven findet sich auch in dem Werk von Gauß und Lembke „Die Röntgenstrahlentherapie" Urban & Schwarzenberg, Berlin 1912. Diese normal nicht deutbaren Ausbuchtungen der Absorptionskurven hier sind darauf zurückzuführen, daß in dem von Gauß und Lembke benutzten Modell, einem Aluminiumphantom, die in der Mitte gelegenen Kienböckstreifen das Maximum an Streustrahlung erhielten. Diese Aluminiumphantome haben dann lange Zeit in der Röntgentechnik zu Meßzwecken, insbesondere zu Absorptionsversuchen gedient und auf ihre Verwendung sind eine große Reihe von Fehlern bei Absorptionsmessungen, die sich in der Röntgenliteratur vorfinden, zurückzuführen.

Lilienfeld u. Küpferle, „Grundlagen therapeutischer Anwendung von Röntgenstrahlen". Freiburg-Leipzig 1917.

Lilienfeld weist hier ganz besonders darauf hin, daß Streustrahlen nicht nur an allen möglichen Gegenständen der Umgebung, sondern auch im Filter, welches die Primärstrahlen durchlaufen, entstehen. Diese Streustrahlungen können dann zu den größten Entstellungen Anlaß geben. Lilienfeld zeigt, daß die Meßresultate, die erhalten werden, wenn die Filter direkt an der Meßanordnung liegen, vollständig abweichend von denen sind, die sich mit Filtern in einer großen Entfernung von der Meßanordnung ergeben. So ist es nach den Untersuchungen von Lilienfeld sehr leicht, eine größere Härte eines gefilterten Röhrenstrahlengemisches vorgetäuscht zu erhalten, wenn man z. B. die filternden Substanzen in der Nähe der Absorptionskammer anbringt. Dann rückt der „Homogenitätspunkt" der Kurve beträchtlich tiefer und die Halbwertschicht der gefilterten Strahlung steigt auf 15 mm Aluminium und mehr an.

Glocker, „Über Absorption und Streuung der Röntgenstrahlen". Fortschr. d. Röntg. 25, 1918, H. 5, S. 421 und H. 6, S. 470.

In dieser sehr ausführlichen Arbeit untersucht der Verfasser alle Faktoren, die bei der Absorption und Streuung der Röntgenstrahlen auftreten. Er diskutiert den Einfluß der Streustrahlung bei Absorptionsmessungen und gibt einige brauchbare Formeln an mit Hilfe deren der „Streufehler" bei Absorptionsmessungen festgestellt werden kann. Es wird weiter gezeigt, daß die Christensche Halbwertregel keine wesentliche Änderung erleidet infolge der Streustrahlung.

Christen, „Sekundärstrahlen und der Härtegrad". Fortschr. d. Röntg. 25, 1917, H. 1, S. 55.

Eine eingehende Untersuchung des Einflusses der einzelnen Sekundärstrahlungsarten auf Messungen und Wirkungen der Röntgenstrahlen. Der Verfasser zeigt insbesondere wie der Betrag der wirksamen Streuung nicht nur vom Härtegrad sondern auch von der Größe und Form des durchstrahlten Volumens abhängig ist und außerdem von der Lage des Reagenz gegenüber dem absorbierenden Körper. Die wirksame Streuung wechselt sowohl mit dem Härtegrad, wie mit den Volumen.

[1]) Friedrich u. Krönig, „Physikalische und biologische Grundlagen der Strahlentherapie". Urban & Schwarzenberg. Berlin und Wien 1918.

Der erste Teil dieses bedeutsamen Werkes umfaßt die gesamten physikalisch technischen Fragen der Röntgenstrahlentherapie. Nach kurzer Definition der wichtigsten Begriffe und einer eingehenden Kritik der bisherigen Meßmethoden, wird das Iontoquantimeter der Reiniger, Gebbert & Schall A.-G. beschrieben als ein für die Meßpraxis geeignetes Instrument. Dieses Instrument wurde von Friedrich insofern verbessert, als die bis jetzt gebräuchliche Form der Ionisationskammer verlassen und an ihre Stelle eine Hornkammer gesetzt wurde, die innen mit einem Graphitbelag versehen ist und in deren Inneres als Gegenleiter ein Graphit-

Seitz und Wintz[1]) aufgestellte Hauteinheitsdosis 170 e beträgt, berechnen sich die von Seitz und Wintz[1]) angegebenen biologischen Dosen wie folgt:

Kastrationsdosis	= 58 e
Sarkomdosis	= 102—119 e
Karzinomdosis	= 170—187 e
Darmdosis	= 230 e
Muskeldosis	= 306 e[2]).

Der Einführung der iontometrischen Meßmethode der Röntgenstrahlen stehen heute jedoch noch Hemmnisse entgegen, für den Fall. daß diese Methode zur qualitativen und quantitativen Messung am bestrahlten Objekt, dem Patienten, dienen soll. Die Messung mittels iontometrischer Verfahren am Patienten ist das Ziel, auf das augenblicklich hingearbeitet wird. Allein dieses Ideal ist vorläufig noch nicht so verwirklicht, daß die allgemeine Einführung der iontometrischen Messung am Patienten durchgeführt werden könnte, weil hier noch gewisse technische Schwierigkeiten, die in den Kriegsverhältnissen zu suchen sind, vorliegen. Es steht aber zu hoffen, daß, wenn diese Schwierigkeiten nach Eintritt normaler politischer Verhältnisse behoben werden können, die iontometrische Messung am Patienten allgemein eingeführt werden kann. Die Vorteile der exakten iontometrischen Verfahren werden vorerst zur Eichung der Röntgenapparate und der Röntgenröhren für Bestrahlungszwecke ausgenützt und dies mit bestem Erfolg. Die Eichung von Röntgenapparaten und Röntgenröhren ist von Wintz angegeben worden und bedeutet für die heutige Röntgentechnik einen großen Fortschritt. Durch die Eichung von Röntgenapparaten und Röntgenröhren gelingt es bei genauer Einhaltung der Vorschriften bestimmte biologische Effekte jederzeit wieder zu reproduzieren. Es wird hierbei so vorgegangen, daß die Strahlenausbeute einer Röhre festgestellt wird und ferner die im Vorausgegangenen definierte und von Wintz angegebene prozentuale Tiefendosis.

Kennt man diese beiden Faktoren, so kann man genau feststellen. innerhalb welcher Zeit ein bestimmter biologischer Effekt erreicht wird[3].

---

stift hineinragt. Die Hornkammer mit Graphitbelag wurde von Friedrich deswegen gewählt, weil nach den Untersuchungen von Friedrich die graphitierte Hornkammer. Luft und die Weichteile des menschlichen Gewebes das gleiche Absorptionsverhalten zeigen und infolgedessen die physikalischen und biologischen Absorptionsverhältnisse unabhängig vom Härtegrad sind und miteinander in Korrelation gesetzt werden können. Friedrich hat dann weiter dieses Instrument in absoluten elektrostatischen Einheiten geeicht. Diese Maßeinheit ist das „e", die absolute elektrostatische Einheit der Elektrizitätsmenge (cm $\frac{3}{2}$ gr $\frac{1}{2}$ sek.$^{-1}$). Man kann mit ihr die Kapazität von 1 cm auf 300 Volt aufladen.

[1]) Seitz u. Wintz, „Grundsätze der Röntgenbestrahlung des Gebärmutterkrebses und des Karzinoms im allgemeinen. Die Karzinomdosis". Mün. med. Woch. 1918. Nr. 4.

Seitz u. Wintz, „Die Röntgenbestrahlung der Genitalsarkome und anderer Sarkome und ihre Erfolge. Die Sarkomdosis". Mün. med. Woch. 1918, Nr. 20.

Wintz, „Die wirksame Röntgenenergie in der Tiefentherapie und ihre Messung". Mün. med. Woch. 1917, Nr. 28.

Baumeister, „Die biologische Röntgendosierung in der Erlanger Universitätsfrauenklinik". Th. d. G. 1919, Januar.

[2]) Christen, „Über das Krönig-Friedrichsche Wirkungsgesetz". Strahlentherapie 10, 1919.

[3]) Baumeister, „Die biologische Dosierung in der Universitätsfrauenklinik Erlangen". Th. d. G. 1919. Januar.

Durch die Eichung von Röntgenapparaten und Röntgenröhren ist die Röntgentherapie in bester Weise gefördert worden und das Arbeiten für den Praktiker ist ein zuverlässiges und sicheres geworden[1]). Um die für die Eichung der Apparatur und der Röhre notwendigen Daten zu gewinnen, sind von Wintz Eicheinrichtungen geschaffen worden, die von der Reiniger, Gebbert & Schall A.-G. hergestellt und in den Handel gebracht werden. Diese Eicheinrichtungen bestehen in der Hauptsache aus einem Iontoquantimeter, das mit einem kurzen festen Ansatz versehen ist, an dessen Ende sich eine Ionisationskammer befindet, die nach dem Vorschlag von Wintz aus Fiber gebaut und innen graphitiert ist. Das Instrument ist auf eine Meßbank aufmontiert. Senkrecht zur Meßbank ist ein Röhrenkasten angebracht, in welchen die zu eichende Röhre eingesetzt wird. An dem Röhrenkasten ist eine Einfallsblende angebracht, die beliebig verändert werden kann, ebenso, wie der Abstand zwischen der Antikathode der Röntgenröhre und der Ionisationskammer. Ferner ist die Meßbank mit Absorptionskörpern ausgerüstet und mit einem Wasserkasten von 10 cm Wasserschicht. Eine Ableselampe gestattet die exakte Ablesung des Instrumentes unter Ausschaltung der Parallaxfehler. In Abb. 5a ist eine derartige Meßeinrichtung[2]) abgebildet.

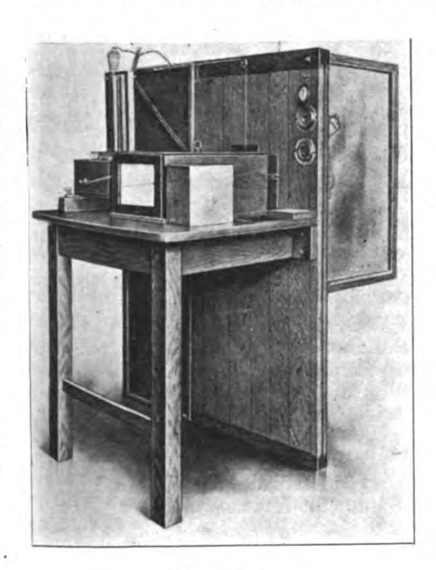


Abb. 5a.

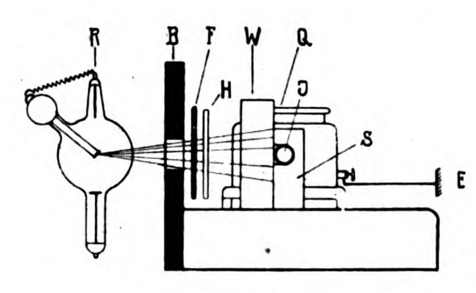


Abb. 5b.

Wir sehen Röhrenkasten, Meßinstrument mit Ableselampe, Wasserkasten, sowie die sonstige Ausgestaltung der Meßbank.

Eine einfache Vorrichtung zur Bestimmung der bei geeichten Apparaten und Röhren in Betracht kommenden Faktoren, wie Strahlenausbeute

[1]) Anmerkung während der Korrektur: In der Strahlentherapie Bd. 9, H. 1, 1910, erschien von Küpferle und Lilienfeld eine Arbeit mit dem Titel: „Die praktische Dosimetrie der Röntgenstrahlen“, in welcher die beiden Verfasser ebenfalls die Eichung von Röntgenapparat und Röntgenröhre als augenblicklich zweckmäßigstes Verfahren vorschlagen. Sie verwenden hierzu ein iontometrisches Meßgerät, das Maximeter.

[2]) Die Anordnung in Abb. 5a ist schematisch in Abb. 5b dargestellt. In Abb. 5b R bedeutet die Röntgenröhre, B die Blende, F das Filter, H eine Holzplatte zur Absorption der Sekundärstrahlen des Zinkfilters, W den Wasserkasten, Q das Iontoquantimeter, J die Ionisationskammer, E die Erde und S einen Wachsblock.

und prozentuale Tiefendosis ist von Wintz gleichfalls angegeben und von Baumeister[1]) beschrieben worden. Diese Vorrichtung benutzt das Kienböckverfahren.

Hier sei ferner einer neuen Methode zur qualitativen und quantitativen Analyse eines Röntgenstrahlengemisches noch gedacht, die von Glocker angegeben worden ist und die sich auf den Wirkungen der sekundären Strahlen aufbaut[2]). Die Perspektiven dieser Methode sind recht erfreuliche, trotz mancher Einwendungen, die gemacht wurden[3]). Das Prinzip dieser Methode besteht darin, daß eine Skala, auf welcher verschiedene Elemente steigenden Atomgewichts angebracht sind, dem Röntgenlicht ausgesetzt wird.

Die Sekundärstrahlungen der Skala treffen auf eine photographische Platte auf und schwärzen die Platte. Der Schwärzungsgrad wird nun von der Größe der Sekundärstrahlungskomponenten abhängig sein. Wir erhalten eine Schwärzungsskala auf der Platte und nach der Lage des Schwärzungsmaximums können wir beurteilen, aus welchen Komponenten das primäre Strahlengemisch sich zusammensetzt und wie groß die einzelnen Anteile sind.

In den letzten fünf Jahren ist weiter große Klarheit geschaffen worden über die Vorgänge an der Röntgenröhre, die für die Erzeugung des Röntgenstrahlengemisches maßgebend sind. Eine Reihe bedeutsamer Arbeiten

---

[1]) Baumeister, „Die biologische Dosierung in der Universitätsfrauenklinik Erlangen". Th. d. G. 1919, Januar.

[2]) Glocker, „Eine neue Methode zur Intensitäts- und Härtemessung der Röntgenstrahlen". Fortschr. d. Röntg. 24, 1916, H. 2, S. 91.

In dieser sehr interessanten Arbeit zeigt der Verfasser, wie die Intensität der von den einzelnen Elementen emittierten Sekundärstrahlungen wechselt, je nach der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung des primären Röntgenstrahlengemisches und wie diese Erscheinung zum Aufbau einer neuen Methode verwandt werden kann.

Glocker, „Über die Abhängigkeit der Sekundärstrahlungs-Emissionkoeffizienten von der Wellenlänge der erregenden Röntgenstrahlen". Physikal. Ztschr. 17. 1916, S. 488.

Diese Arbeit stellt eine theoretische Ergänzung der vorhergehenden Arbeit dar und gibt die Gesetze wieder, denen diese Erscheinungen unterliegen.

Glocker u. Reusch, „Ergebnisse der Röntgenstrahlenanalyse". Fortschr. d. Röntg. 24, 1917, H. 6, S. 528.

Diese Arbeit ist praktisch recht wertvoll, da sie die bisherigen Ergebnisse der neuen Methode zusammenfaßt. Diese sind:

1. Mittels des Analysators kann untersucht werden, in welcher Weise durch Änderung der Betriebsart oder durch Einschaltung von Filtern die Zusammensetzung der von einer Röhre ausgehenden Röntgenstrahlung beeinflußt werden kann.

2. Eie Prüfung des Bauerschen Qualimeters ergibt die Unfähigkeit dieses Instrumentes bei sehr harten Strahlungen die mittlere Härte richtig anzugeben.

3. Absorptionsvergleiche zwischen Wasser und Aluminium zeigen, daß im Gebiete der sehr durchdringungsfähigen Strahlen 1 cm Wasser soviel absorbiert, wie 2½ mm Aluminium, während im Gebiet der mittelweichen Strahlen die bekannte Beziehung 1 cm Wasser = 1 mm Aluminium gibt. Absorptionsmessungen im Aluminiumphantom geben daher keine richtige Anschauung von der Verteilung der absorbierten Strahlenenergie auf die Gewebeschichten verschiedener Tiefenlagen.

Reusch, „Der wissenschaftliche und praktische Wert der Röntgenstrahlenanalyse". Mün. med. Woch. 1917, Nr. 22, S. 705.

[3]) H. E. Schmidt, „Eine neue Methode zur Intensität- und Härtebestimmung von Röntgenstrahlen". Fortschr. d. Röntg. 24, 1917, H. 5, S. 461.

Bemerkungen zu der Arbeit von R. Glocker. Fortschr. d. Röntg. 24, 1916, H. 2, S. 91.

über die Charakteristiken der Röntgenröhren und die Entladungserscheinungen an Röntgenröhren liegen hier vor[1]). Für bestimmte Fälle ist es auch gelungen, die Spannungskurven an Röntgenröhren teilweise oszillographisch, teilweise mittels der Braunschen Röhre aufzunehmen[2]). Durch diese Arbeiten wurde gezeigt, wie die Entladung an der Röhre von ihrem Betriebszustand abhängig ist. Da das Studium des Spannungsverlaufes an der Röntgenröhre nicht in allen Fällen und unter allen Umständen möglich ist, hat der Verfasser die Methode der Untersuchung der Stromkurven weiter ausgebildet[3]) und es wurde von ihm in mehreren Arbeiten gezeigt, wie die Form der Entladungskurve maßgebend ist für das von der Röntgenröhre ausgehende Strahlengemisch[4]). Durch die Ausgestaltung dieser

[1]) Ludewig, „Das Verhalten der Röntgenröhren im praktischen Röntgenbetriebe". Physikal. Ztschr. 16, 1915, S. 438.

Der Verfasser gibt in dieser bedeutsamen Arbeit einen genauen Begriff der Charakteristik und leitet die Charakteristiken einzelner Röntgenröhren bei den verschiedensten Betriebszuständen ab. Er zeigt, wie jede Röntgenröhre einen Durchbruchswiderstand aufweist, zu dessen Überwindung die Durchbruchsspannung notwendig ist und wie die an der Röntgenröhre liegende Spannung nach dem Durchbruch auf die eigentliche Betriebsspannung fällt, welche bedeutend niedriger ist, als die Durchbruchsspannung.

Kröncke, „Messung der Härte und Intensität der Röntgenstrahlen". Diss. Göttingen 1913 und Ann. d. Phys. 43, 1914, S. 687.

Kröncke wendet hier den in der Physik für die Lichtbogenvorgänge eingeführten Begriff der Charakteristik auf die Vorgänge an der Röntgenröhre an.

Kröncke, „Über die Charakteristiken von Röntgenröhren und ihre Beziehung zur Härte von Röntgenstrahlen". Fortschr. d. Röntg. 22, 1915. H. 6. S. 597.

Der Verfasser zeigt hier an einer Reihe von Fällen, wie sich die Charakteristiken von Röntgenröhren gestalten und welche Folgerungen für die Praxis sich daraus ergeben. Für weiche Röntgenröhren sind keine erheblichen Zündspannungen notwendig, während das Gegenteil bei harten Röhren der Fall ist. Hier sind große Zündspannungen erforderlich. Liefert der Apparat diese hohen Zündspannungen nicht, so flackert die Röhre.

[2]) Deguisne, „Über Beobachtungen am Röntgentransformator". Physikal. Ztschr. 17, 1916. S. 106.

Deguisne findet bei der oszillographischen Aufnahme der sekundären Klemmenspannung bei Einschaltung harter Röhren einen Kurvenverlauf von großer Unregelmäßigkeit; die Entladung erfolgt in einzelnen zackenartigen Stößen.

Wehnelt, „Über den Spannungsverlauf von Röntgenröhren". Ann. d. Phys. 47, 1915, S. 1112.

Wehnelt ist es zum ersten Mal gelungen, den Spannungsverlauf an Röntgenröhren beim technischen Betriebe mittels der Braunschen Röhre aufzunehmen. Nach den in der Arbeit wiedergegebenen Abbildungen überwindet bei jedem Stromstoß die Spannung ein Maximum, um dann auf einen kleineren konstanten Wert zu sinken.

Deguisne, „Die Entladungen beim Blitzinduktor". Physikal. Ztschr.

Winawer, „Über die günstigste Entladungsform der Röntgenapparate". Physikal. Ztschr. 16, 1915. S. 391

[3]) Voltz-Janus, „Eine Methode zur Darstellung der Stromkurven hochgespannter Ströme". Physikal. Ztschr. 16, 1915, H. 7.

Voltz-Janus, „Entladungskurven hochgespannter Ströme". Physikal. Ztschr. 16, 1915, H. 11.

In dieser mit einer Reihe von Beispielen belegten Arbeit wird von den Verfassern gezeigt, wie die Entladungskurven hochgespannter Ströme sich unter den Einfluß des Betriebszustandes der Röntgenröhre verändern.

[4]) v. Seuffert, „Zur Frage der Tiefenbestrahlung des Karzinoms mittels Röntgenmaschinen". Mün. med. Woch. 1915, H. 19, S. 641.

In dieser sehr interessanten Arbeit wird von dem Verfasser gezeigt, in welcher Weise das von der Röntgenröhre ausgehende Strahlengemisch sich unter dem Einfluß der verschiedenen Entladungskurven verändert und welche Bedeutung die Untersuchung dieser Erscheinungen für die medizinische Entwicklung der Tiefentherapie hat.

Methoden ist es also möglich geworden, die Entladungserscheinungen an Röntgenröhren während des Betriebes zu kontrollieren und außerdem den Einfluß dieser Entladungserscheinungen auf die Zusammensetzung des Röntgenstrahlengemisches und den Betrieb der Röntgenröhre zu studieren. Der von dem Verfasser angegebene Kurvenindikator[1]) ermöglicht das Kurvenbild bequem zu untersuchen und graphisch sowohl, als photographisch auszuwerten. Das Glimmlicht wird bei dieser Vorrichtung durch die Rotation des durch einen Motor angetriebenen Propellers, in welchen die Glimmlichtröhre eingebaut ist, auseinandergezerrt.

Den erwähnten Erfolgen der Röntgenspektroskopie ist es weiter zu verdanken, daß man exakte experimentelle Klarheiten bekam über den Zusammenhang zwischen den an einer Röntgenröhre wirksamen Spannungen und den Strahlungen, welche durch diese Spannungen ausgelöst wurden. Hier sei verwiesen auf die Untersuchungen von Webster, Duane und Hunt und anderer Forscher[2]), welche durch ihre spektralanalytischen Untersuchungen nachgewiesen haben, daß mit Steigerung der an einer Röntgenröhre anliegenden Spannung das Intensitätsmaximum des Bremsstrahlenspektrums sich weiter nach dem kurzwelligeren Gebiet zu ausdehnt. In welcher Weise von diesen Forschungen in der Röntgentechnik Gebrauch gemacht worden ist, darauf kommen wir bei der Besprechung der Röntgenapparaturen und der Röntgenröhren noch zurück.

Klarheit ist während der letzten fünf Jahre, wie wir ausführten, insbesondere geschaffen worden über die sekundären Strahlungen, welche durch die primären Röntgenstrahlen ausgelöst werden. Man lernte die Gesetze kennen, nach welchen diese Sekundärstrahlungen entstehen. Für

---

Wintz-Baumeister, „Das Symmetrie-Instrumentarium, ein Spezialapparat für Röntgentiefentherapie". Mün. med. Woch. 1917, H. 6, S. 173.

Voltz, „Ziele und Probleme der Röntgenstrahlenmeßtechnik". Fortschr. d. Röntg. 24, 1916, H. 2, 3, 4.

Diese Arbeit enthält eine Reihe von praktischen Beispielen, wie sich das Strahlengemisch unter den veränderten Entladungskurven verändert.

Voltz, „Über ultrapenetrierende Röntgenstrahlen". Strahlentherapie 7, 1916, S. 502.

[1]) Voltz-Janus, „Eine Methode zur Darstellung der Stromkurven hochgespannter Ströme". Physikal. Ztschr. 16, 1915, H. 7.

Voltz-Janus, „Entladungskurven hochgespannter Ströme". Physikal. Ztschr. 16, 1915, H. 11.

[2]) Webster, Proc. Nat. Acad. 2, 1916, S. 90.

Duane und Hunt, Phys. Rev. 6, 1915, S. 166.

Rutherford-Barnes und Richardson, „Die Maximalfrequenz der Röntgenstrahlen einer Coolidgeröhre bei verschiedenen Spannungen". Philosoph. Magaz. 1915, Nr. 177, S. 339.

Rutherford, Barnes und Richardson wiesen eine besondere kurzwellige Endstrahlung bei etwa 175000 Volt nach.

Wagner, „Röntgenspektroskopie". Physikal. Ztschr. 18, 1918, H. 17, 18, 19, 20.

Siegbahn, „Die Röntgenspektren der chemischen Elemente". Jahrb. d. Radioaktivität u. Elektronik 13, 1916, S. 296.

Dessauer, „Über einen neuen Hochspannungstransformator und seine Anwendung zur Erzeugung durchdringungsfähiger Röntgenstrahlen". Verhandl. d. deutsch. physik. Gesellsch. 19, 1917, S. 155.

Dessauer, „Weitere Untersuchungen über das Gebiet der sehr harten Röntgenstrahlen und ihre Anwendung in der Tiefentherapie. Mün. med. Woch. 1918, Nr. 37, S. 1026.

die Erforschung und Klärung dieser Erscheinungen waren vor allem die Methoden und Erfolge der Röntgenspektroskopie grundlegend.

Wir kennen heute drei Arten von Sekundärstrahlungen, wie bereits erwähnt worden ist; einmal die von den primären Röntgenstrahlen ausgelöste zerstreute Röntgenstrahlung. Wir haben es bei ihr mit einem Analogon zur Zerstreuung des Lichtes in trüben Medien zu tun.

Unsere heutige Kenntnis über die zerstreute Röntgenstrahlung läßt sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Die zerstreute Röntgenstrahlung ist reflektierte primäre Strahlung, also eine Strahlung, die nicht erst durch Energietransformation entstanden ist. Es hängt ihre Wellenlänge allein von der Wellenlänge der primären Strahlung ab. Sie ist ein Reflexionsvorgang ähnlich der Zerstreuung des Lichtes in trüben Medien[1]).

2. Die Verteilung der Streustrahlung um den Streuungspunkt ist abhängig von der Wellenlänge der primären Strahlung. Die Intensität der zerstreuten Strahlung ist ebenfalls abhängig von der Wellenlänge der primären Strahlung und auch von der Natur des Strahlers, wobei sein Atomgewicht eine Rolle spielt. Auch die Masse des Strahlkörpers beeinflußt die Intensität der zerstreuten Röntgenstrahlung[2]).

3. Die Streustrahlung kommt in des Röntgenphotographie in Betracht. Noch mehr ist sie aber als Fehlerquelle in der Röntgenstrahlenmeßtechnik und bei der therapeutischen Anwendung der Strahlen zu beachten. Sie kann Absorptionsmessungen außerordentlich beeinflussen und damit falsche Meßresultate vortäuschen[3]).

In der Fluoreszenzröntgenstrahlung haben wir es mit einem Analogon zur Fluoreszenzerregung in bestimmten Stoffen, z. B. Eosin, Fluoreszin u. a. durch Strahlungen des sichtbaren Spektrums zu tun. Bedingung für das Auftreten der Fluoreszenzröntgenstrahlen in Medien ist vor allem, daß die einfallende primäre Röntgenstrahlung kurzwelliger ist als die Fluoreszenzröntgenstrahlung, welche von diesen Medien ausgeht. Die Gesetze der Fluoreszenzröntgenstrahlen wurden besonders untersucht von Wagner und Glocker, Kossel, Siegbahn und anderen[4]).

---

[1]) Röntgen, „Eine neue Art von Strahlen". Ann. d. Phys. 64, 1898, S. 1.
J. J. Thomson, „Conduct of Electr. in Gasen". 2. Aufl. § 161.

[2]) Madsen, „Trans. Roy. Soc. of South Australia 1908, Okt.
Florance, Phil. Mag. 1910, Dez.
Barkla, Phil. Trans. 204, 1905, S. 467.
Christen, „Landläufige Irrtümer über Strahlenmessung". Strahlentherapie 7, 1916, S. 452.

[3]) Wintz, „Das zweckmäßige Filter der gynäkologischen Röntgentiefentherapie". Fortschr. d. Röntg. 24, 1916, H. 3, S. 241.
Voltz, „Die sekundären Strahlungen der Röntgenstrahlen und der Gammastrahlen der radioaktiven Substanzen". Strahlentherapie 8, 1918, H. 2, S. 337.
Christen, „Landläufige Irrtümer über Strahlenmessung". Strahlentherapie 7, 1916, S. 452.
Lilienfeld u. Küpferle, „Grundlagen therapeutischer Anwendung der Röntgenstrahlen". Freiburg-Leipzig 1917.
Glocker, „Über Absorption und Streuung der Röntgenstrahlen". Fortschr. d. Röntg. 25, 1918, H. 5, S. 421.
Christen, „Sekundärstrahlen und Härtegrad". Fortschr. d. Röntg. 25, 1917, H. 1, S. 55.

[4]) Wagner, E., „Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen nach Versuchen

Das heutige Wissen über die von den primären Röntgenstrahlen ausgelösten Fluoreszenzröntgenstrahlen läßt sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Ein chemisches Element sendet eine sekundäre Röntgenstrahlung, die infolge der Analogie mit der Fluoreszenzerregung im sichtbaren Spektrum als Fluoreszenzröntgenstrahlung bezeichnet wird, aus, wenn die Erregerstrahlung kleinere Wellenlänge bekommt, als die Eigenstrahlung dieses Elementes hat. Es liegt eine Analogie mit der Stokesschen Regel der Optik vor.

2. Die Emission der Fluoreszenzröntgenstrahlung ist eine reine Funktion der Atome. Eine chemische Verbindung sendet demnach so viele Arten von Fluoreszenzröntgenstrahlungen aus, als in der chemischen Verbindung chemische Elemente enthalten sind.

3. Die Fluoreszenzröntgenstrahlung ist in gewissem Sinne homogen, doch senden eine Reihe von Elementen zwei oder mehrere Gruppen homogener Strahlen aus. Man unterscheidet bei den meisten chemischen Elementen eine K-, L- und M-Serie, die wieder in Unterabteilungen zerfallen[1].

---

gemeinsam mit Joh. Brentano". Mün. Ber. d. Akad. d. Wissenschaften 1914. S. 329.

Wagner, E., „Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen I". Ann. d. Phys. 46, 1915, S. 868.

Wagner zeigt in dieser Arbeit, daß die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf die photographische Platte im Gebiet der meistens verwendeten kürzeren Wellen auf der höchst eigenartigen Fluoreszenz der Silber- und Bromatome der photographischen Schicht beruht.

Glocker, „Über die Anhängigkeit der Sekundärstrahlungs-Emissionskoeffizienten von der Wellenlänge der erregenden Röntgenstrahlen". Phys. Ztschr. 17, 1916, S. 488.

Glocker zeigt, daß die Fluoreszenzröntgenstrahlung nur von solchen Wellenlängen erregt wird, die zu den erregten Wellenlängen in bestimmter Beziehung steht. Diese Beziehung ist:

$$\lambda \leqq c \,.\, \lambda_0$$

wobei λ_0 die Wellenlänge der Fluoreszenzröntgenstrahlung ist, λ die Wellenlänge der erregenden Strahlung und c eine Konstante. Für die K-Serie aller Elemente hat $\frac{1}{c}$ den Wert 1.14. Um die Beziehung der Primärstrahlenenergie zur Sekundärstrahlenenergie kennen zu lernen, hat Glocker Untersuchungen angestellt und gefunden, daß der maximale Sekundärstrahlungskoeffizient K_a sich aus folgender Gleichung ergibt:

$$K_a = 3.3 \,.\, \varrho \,.\, Z.$$

Hier bedeuten Z die Ordnungszahl des Elementes im periodischen System, ϱ die Dichte. Mit diesen Formeln ist die Möglichkeit gegeben, die Erregung von Sekundärstrahlen in ihrer Stärke rechnerisch zu ermitteln.

Kossel, Verhandl. d. deutsch. physik. Gesellsch. 20, S. 903.

Siegbahn, „Bericht über die Röntgenspektren der chemischen Elemente (Experimentelle Methoden und Ergebnisse)". Jahrb. d. Radioaktivität u. Elektronik 13, 1916, S. 296.

Die Arbeit ist eine zusammenfassende Darstellung der bisherigen Ergebnisse der Röntgenspektroskopie. Die Spektraluntersuchungen erstrecken sich auf die charakteristische oder Fluoreszenzstrahlung, welche für das emittierende Element charakteristisch ist. In Tabellen sind die Resultate der bisherigen Ergebnisse zusammengestellt.

[1]) Diese Gruppierung stützt sich auf die Untersuchungen von Malmer Frimann, Stenström und Siegbahn.

Malmer, „Die Hochfrequenzspektren der Elemente". Philos. Magaz. (6) 28, 1915, S. 787.

Die Sekundärstrahlung einer chemischen Verbindung ist daher nicht in diesem Sinne homogen, sondern sie setzt sich aus den homogenen Strahlungsgruppen der einzelnen Elemente zusammen, die in dieser Verbindung enthalten sind und charakterisiert damit die Verbindung.

4. Ein chemisches Element sendet eine Fluoreszenzröntgenstrahlung auch dann aus, wenn es von Kathodenstrahlen hinreichender Geschwindigkeit getroffen wird[1]). Diese Tatsache führt zum Entstehen des Eigenspektrums der Antikathode.

5. Mit zunehmender Härte oder abnehmender Wellenlänge der Erregerstrahlung sinkt auch die Intensität der emittierten Fluoreszenzröntgenstrahlung, die ihren Höchstwert annimmt, wenn die Wellenlänge der Erregerstrahlung gleich ist der Wellenlänge der Absorptionsbandkante[2]). Die Intensität der Fluoreszenzstrahlung steigt, wenn auch in viel geringerem Maße, mit dem Atomgewicht und außerdem ist sie auch abhängig von der Intensität der Primärstahlung[3]).

6. Bei der Absorption von Röntgenstrahlen in einem Medium haben

---

Frimann, „Untersuchungen über die Hochfrequenzspektren (L-Reihe) der Elemente". Dissertation Lund 1916.

Stenström u. Siegbahn, „Über die Hochfrequenzspektren. (K-Reihe) der Elemente Co bis Ge. Physikal. Ztschr. 17, 1916, S. 48.

Siegbahn, „Über eine neue Serie (L-Reihe) in den Hochfrequenzspektren der Elemente". Verhandl. d. deutsch. physikal. Gesellsch. 18, 1916, S. 150.

Siegbahn u. Frimann, „Über die Hochfrequenzspektren (L-Reihe) der Elemente Polonium, Radium, Thor und Uran". Physikal. Ztschr. 17, 1916, S. 61.

Siegbahn, „Bericht über die Röntgenspektren der chemischen Elemente". Jahrb. d. Radioaktivität u. Elektronik 13, 1916, S. 296.

Die Verfasser zeigen, wie die Fluoreszenzspektren sich in drei Gruppen zerlegen lassen. Jede Gruppe zerfällt wieder in Untergruppen. Die Wellenlängen der einzelnen Untergruppen liegen ganz nahe beisammen.

[1]) Kaye war es, der gezeigt hat, daß die Fluoreszenzröntgenstrahlen eines Elementes auch erregt werden, wenn es von Kathodenstrahlen hinreichender Geschwindigkeit getroffen wird. Durch neuere Untersuchungen von Duane, Hunt und Webster wurde die Bedingung für die zur Fluoreszenzerregung notwendige Spannung durch folgende Beziehung festgelegt.

$$V = \frac{12{,}3}{\lambda_0 \, \text{ÅE}} \text{ Kilo Volt}$$

λ_0 ÅE ist die Wellenlänge der erregenden Strahlung in Angström-Einheiten (Größenordnung 10^{-8} cm). Die Formel ist einer neueren Mitteilung von Siegbahn entnommen.

Kaye, Proc. Phil. Soc. Cambridge 15, 1909, S. 3.

Duane, Proc. Nat. Acad. 2, 1916, S. 90.

Hunt, Proc. Nat. Acad. 2, 1916, S. 90.

Webster, Phys. Rev. 6, 1915, S. 166.

Siegbahn, „Bericht über die Röntgenspektren der chemischen Elemente". Jahrb. d. Radioaktivität u. Elektronik 13, 1916, S. 296.

[2]) Glocker, „Über die Abhängigkeit der Sekundärstrahlungs-Emissionskoeffizienten von der Wellenlänge der erregenden Primärstrahlung". Phys. Ztschr. 17, 1916, S. 488.

Voltz, „Die sekundären Strahlungen der Röntgenstrahlen und der γ-Strahlen der radioaktiven Substanzen". Strahlentherapie 7, 1918, H. 2, S. 337.

Die Tabelle VI dieser ausführlichen zusammenfassenden Arbeit gibt ein Bild über diese Vorgänge.

[3]) Widdington, Phil. Mag. 18, 1909, S. 107.

Sadler, Phil. Mag. 22, 1911, S. 447.

wir zweierlei Arten von Absorption zu unterscheiden. Einmal die normale Absorption; diese ist vorhanden in all den Fällen, bei denen **nicht** zugleich die Bedingungen für das Auftreten von Fluoreszenzröntgenstrahlen gegeben sind. Sie folgt zwei Gesetzen, wonach einmal die Absorption eines Massenelements mit der vierten Potenz der Atomzahl zunimmt und das andere Mal die Absorption mit der 2,5 Potenz der Wellenlänge abnimmt¹. Die zweite Art von Absorption ist die selektive Absorption. Sie tritt dann ein, wenn die Bedingungen für das Entstehen der Fluoreszenzröntgenstrahlen vorhanden sind. Die selektive Absorption erreicht ihren maximalen Wert, wenn der Emissionskoeffizient der sekundären Röntgenstrahlung seinen maximalen Wert erreicht hat[2]). Dies ist wiederum dann der Fall, wenn die Wellenlänge der Erregerstrahlung gleich ist der Wellenlänge der Absorptionsbandkante der Eigenstrahlung. Der Emissionskoeffizient und damit auch der Koeffizient der selektiven Absorption nimmt mit abnehmender Wellenlänge rasch ab und erreicht bei einer bestimmten Wellenlänge einen Wert, von dem an er vernachlässigt werden darf.

7. Die Fluoreszenzröntgenstrahlung ist die Ursache für eine Reihe von merkwürdigen Erscheinungen bei der Röntgenstrahlenmessung sowohl in qualitativer wie auch quantitativer Hinsicht. Sie ist die Fehlerquelle für eine Reihe von Röntgenstrahlenmeßmethoden[3]). Auf Grund der Untersuchungen über die Fluoreszenzröntgenstrahlung kann aber auch gezeigt werden, daß Ionisationsmessungen praktisch einwandfrei sind. Auch als Gefahrenquelle bei der therapeutischen Anwendung der Röntgenstrahlen kommen die Fluoreszenzröntgenstrahlen in Betracht.

8. Auf den Erscheinungen der Fluoreszenzröntgenstrahlungen beruht eine neue Methode zur Feststellung der Intensität und Härte eines primären Röntgenstrahlenbündels, die von Glocker angegeben wurde[4]).

Als dritte Art der Sekundärstrahlungen der Röntgenstrahlen kommt die sekundäre Betastrahlung in Betracht. Die sekundäre Betastrahlung ist eine korpuskuläre Strahlung, deren Intensität von der Größe der absorbierten Primärstrahlungsenergien abhängig ist. Soweit wir die Wirkungen der Röntgenstrahlen heute beurteilen können, können wir alle von den Röntgenstrahlen hervorgerufenen Erscheinungen, die wir als

---

[1]) Sommerfeld, „Die medizinischen Röntgenbilder im Lichte der Methode der Kristallinterferenzen". Strahlentherapie 7, 1916, S. 33.

[2]) Glocker, „Über die Abhängigkeit der Sekundärstrahlenemissionskoeffizienten von der Wellenlänge der erregenden Primärstrahlung". Physikal. Ztschr 17, 1916, S. 448.

[3]) Glocker, „Die Meßmethoden der Röntgenstrahlen". Physikal. Ztschr.
Voltz, „Ziele und Probleme der Röntgenstrahlenmeßtechnik". Fortschr. d. Röntg. 24, 1916, H. 2, 3, 4.
Voltz, „Über die Verwendbarkeit des Selens zu Röntgenstrahlenenergiemessungen". Physikal. Ztschr. 16, 1915, H. 11 u. 17.
Voltz, „Über die sekundären Wirkungen der Röntgenstrahlen". Physikal. Ztschr. 17, 1916, S. 532; 18, 1917, S. 185.
Voltz, „Zur Frage der Härtemessung der Röntgenstrahlen auf photographischem Wege". Physikal. Ztschr. 16, H. 17, S. 191.
Christen, „Sekundärstrahlen und Härtegrad". Fortschr. d. Röntg. 25, 1917, H. 1, S. 55.

[4]) Siehe S. 662.

besondere Wirkungen der Röntgenstrahlungen anzusehen pflegen, wie die elektrische Wirkung, die Ionisationswirkung, die chemische Wirkung, die biologische Wirkung, die Wärmewirkung usw., als Wirkungen betrachten, welche in der Auslösung von Elektronen durch die primären Röntgenstrahlen ihre Ursache haben.

Unser heutiges Wissen über die sekundäre Betastrahlung läßt sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Bei des Absorption von Röntgenstrahlen in einem Medium entstehen unter dem Einfluß absorbierter Energie sekundäre β-Strahlen, deren Geschwindigkeit einzig und allein durch die Wellenlänge der erregenden Strahlung bedingt wird[1]. Die Loslösung von Elektronen ist eine reine Funktion der Atome und hängt die Geschwindigkeit und damit das Durchdringungsvermögen nicht von der emittierenden Substanz ab.

2. Die Intensität der sekundären β-Strahlung, also die Menge der losgelösten Elektronen, ist von zwei Gesichtspunkten aus zu betrachten, und zwar einmal, wenn normale Absorption auftritt, das zweite Mal, wenn das Auftreten der selektiven Absorption gegeben ist. Ist normale Absorption gegeben, so steigt die Menge der sekundär gebildeten Elektronen mit der vierten Potenz der Atomzahl, nimmt aber bei ein und derselben Substanz mit der 2,5 Potenz der Wellenlänge der Erregerstrahlung ab[2]. Tritt selektive Absorption auf, so wird die Menge der sekundär gebildeten Elektronen auch noch bedingt durch den Emissionskoeffizienten der Fluoreszenzröntgenstrahlung. Die Menge der sekundär gebildeten Elektronen erreicht ein Maximum, wenn der Emissionskoeffizient seinen Maximalwert erreicht hat, also wenn die Wellenlänge der erregenden Strahlung gleich der Wellenlänge der Absorptionsbandkante der Eigenstrahlung der betreffenden Substanz geworden ist[3].

3. Da die Emission der sekundären β-Strahlung ein Atomeffekt ist, so erhellt daraus, daß die Menge der sekundären β-Strahlen, die von einer chemischen Verbindung emittiert werden, gegeben ist durch die Menge der von den einzelnen chemischen Elementen, welche die chemische Verbindung aufbauen, emittierten β-Strahlen.

4. Die Absorption der β-Strahlen folgt wiederum bestimmten Gesetzen und zwar scheint sie eine periodische Funktion des Atomgewichtes zu sein. Auch die Absorption der sekundären β-Strahlen ist wieder ein Atomphänomen und läßt sich die Absorption einer chemischen Verbindung auf additivem Wege aus den Absorptionen der diese Verbindung konstituierenden chemischen Elemente, bestimmen.

5. Zwischen primärer Röntgenstrahlung, sekundärer β-Strahlung und Fluoreszenzröntgenstrahlung bestehen derartige gesetzmäßige Beziehungen, daß sich der direkte innere Zusammenhang ohne weiteres klar ersehen läßt. Es ist anzunehmen, daß für alle von den primären Röntgenstrahlen hervorgerufenen Effekte, wie chemische Wirkung der Strahlen, ionisierende Wirkung, Wärmewirkung, biologisch-chemische Wirkung und

---

[1] Townsend, Proc. Phil. Soc. Cambridge 15, 1910, S. 416.
[2] Moore, Proc. Roy. Soc. London 91, 1915, S. 337.
[3] Glocker, „Über die Abhängigkeit der Sekundärstrahlungsemissionskoeffizienten von der Wellenlänge der erregenden Röntgenstrahlung". Physik. Ztschr. 17, 1916, S. 488.

auch für die Fluoreszenzröntgenstrahlung, die sekundäre β-Strahlung die primäre Ursache ist, wobei die Größe der Wirkung durch die Menge der gebildeten Elektronen bedingt ist.

6. Die Fehlerquellen und die Gefahrenquellen, die durch die Fluoreszenzröntgenstrahlung gegeben sind, finden damit ihre letzte Ursache ebenfalls in der Bildung der sekundären β-Strahlen.

Die Erforschung des Röntgenspektrums hat nun gezeigt, daß die einzig richtige Charakterisierung eines Röntgenstrahlengemisches eigentlich die Charakterisierung durch seine Wellenlängen ist. In der Röntgentechnik waren bis jetzt für die Charakterisierung der einzelnen Komponenten eines Röntgenstrahlengemisches die Bezeichnung „weich", „mittelweich", „hart" und „sehr hart" gebräuchlich. Anstelle dieser relativen Bezeichnungen — relativ deswegen, weil der Charakter eines Röntgenstrahlengemisches, wie wir bei der Erläuterung der Ergebnisse der Sekundärstrahlenforschung sahen, ganz von seinen Absorptionsmöglichkeiten abhängig ist, — hat der Verfasser[1]) in die Literatur neue absolute Bezeichnungen eingeführt. Er unterteilt das Röntgenspektrum ebenso in Farben, wie das sichtbare Spektrum und spricht anstelle von „sehr weichem" Röntgenlicht von rotem Röntgenlicht, anstelle von „weichem" Röntgenlicht von gelbem Röntgenlicht, anstelle von „mittelhartem" Röntgenlicht von grünem Röntgenlicht, anstelle von „hartem" Röntgenlicht von blauem Röntgenlicht, anstelle von „sehr hartem" Röntgenlicht von violettem Röntgenlicht und anstelle von „ultrahartem" Röntgenlicht von ultraviolettem Röntgenlicht. Die Farbenbezeichnungen haben den besonderen

---

[1]) Voltz, „Über die Charakterisierung von Röntgenstrahlengemischen". Fortschr. d. Röntg. 26, 1918, H. 1.

Der Verfasser zeigt, wie die bisherigen Begriffe nur relative Begriffe sind, wie ein Röntgenstrahlengemisch, welches in einem Falle „hart" erscheint, in einem anderen Falle „weich" erscheinen kann je nach den Absorptionsverhältnissen. Deshalb werden von dem Verfasser neue absolute Bezeichnungen vorgeschlagen, die auf der Lichtnatur der Röntgenstrahlen fußen. Die neuen Begriffe sind:

Härtemessung	=	Wellenlängenwertbestimmung
Härte	=	Wellenlängenwert
mittlere Härte	=	Wellenlängenmittelwert
	=	ultrarotes Röntgenlicht
sehr weiches Röntgenlicht	=	rotes Röntgenlicht
weiches Röntgenlicht	=	gelbes Röntgenlicht
mittelhartes Röntgenlicht	=	grünes Röntgenlicht
hartes Röntgenlicht	=	blaues Röntgenlicht
sehr hartes Röntgenlicht	=	violettes Röntgenlicht
ultrahartes Röntgenlicht	=	ultraviolettes Röntgenlicht.

Der Wellenlängenmittelwert und derWellenlängenwert wird festgelegt vermittelst der Halbwertschicht. Der Wellenlängenwert besagt zugleich, daß wir es mit homogenen Strahlengemischen zu tun haben, während wir es beim Wellenlängenmittelwert mit heterogenen Strahlengemischen zu tun haben. Der Verfasser gibt in der Arbeit auch eine Tabelle an, in welcher er die einzelnen Farbengebiete durch ihre Halbwertschichten umgrenzt. Der Vorteil dieser neuen vom Verfasser gegebenen Begriffe ist insbesondere bei der Betrachtung und Untersuchung der normalen und selektiven Absorption gegeben. So kann z. B. die Fluoreszenzröntgenstrahleng von Körpern, die rotes Röntgenlicht emittieren, nur von einem primären gelben Röntgenlicht erregt werden, da ja die Stockessche Regel besagt, daß das erregende Röntgenlicht immer kürzere Wellenlängen haben muß, als das erregte. Auch für die sonstigen Betrachtungen im Röntgenspektrum sind die neuen absoluten Bezeichnungen wertvoll.

Vorteil, daß sich der Praktiker jederzeit ein anschauliches Bild davon machen kann, in welchem Gebiet des Röntgenspektrum er arbeitet und unter welchen Bedingungen er unter Umständen mit dem Auftreten von Sekundärstrahlungen und selektiver Absorption zu rechnen hat. Die von dem Verfasser eingeführte Einteilung des Röntgenstrahlenspektrums findet sich in Abb. 6 aufgezeichnet.

Die Resultate, welche alle im Vorausgegangenen näher angeführten Arbeiten, Untersuchungen und Forschungen gezeitigt haben, haben mit dazu beigetragen, die Technik der Erzeugung kurzwelligster Strahlungen, welche für die Röntgentiefentherapie allein in Frage kommen, also für die Erzeugung Gamma ähnlicher Röntgenstrahlen, violetter und ultravioletter Strahlen, zu jener Vollendung der Leistung und Sicherheit des Betriebes zu bringen, auf der sie heute angelangt sind.

Damit kommen wir dazu, einen kurzen Überblick zu geben über die technische Ausgestaltung des Röntgentiefentherapiegebietes. Entsprechend der Forderung der medizinischen Forschung, daß für Röntgentiefenbestrahlungen allein kurzwellige Strahlungen, also violettes und ultraviolettes Röntgenlicht in Betracht kommen, war es Aufgabe der Röntgentechnik, diese besonderen Strahlungskomponenten zu erzeugen und ihre Erzeugung in großen Quantitäten zu ermöglichen.

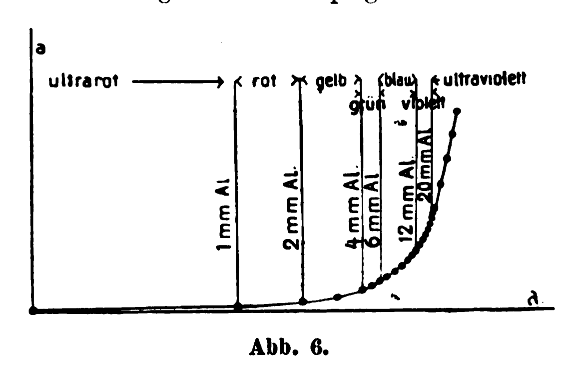


Abb. 6.

Daß diese Erzeugung gelang, war, wie ich bereits erwähnt habe, zum Teil dadurch möglich geworden, daß es gelungen war, die Entladungserscheinungen an Röntgenröhren zu studieren und den Einfluß der Spannungen auf die Qualität des Röntgenstrahlengemisches exakt darzustellen[1]).

Hier zeigt es sich, daß für die Erzeugung möglichst vieler kurzwelliger Strahlenkomponenten neben den hohen Spannungen, die an den

---

[1]) Ludewig, „Das Verhalten der Röntgenröhre im praktischen Röntgenbetriebe". Physikal. Ztschr. 16, 1915, S. 438.

Kröncke, „Messung der Härte und Intensität der Röntgenstrahlen". Ann. d. Phys. 43, 1914, S. 687.

Kröncke, „Über die Charakteristiken von Röntgenröhren und ihre Beziehung zur Härte von Röntgenstrahlen". Fortschr. d. Röntg. 22, 1915, H. 6, S. 597.

Deguisne, „Über Beobachtungen am Röntgentransformator". Physikal. Ztschr. 17, 1916, S. 106.

Wehnelt, „Über den Spannungsverlauf an Röntgenröhren". Ann. d. Phys. 47, 1915, S. 1112.

Webster, Proc. Nat. Acad. 2, 1916, S. 90.

Duane-Barnes u. Richardson, „Die Maximalfrequenz der Röntgenstrahlen einer Coolidgeröhre bei verschiedenen Spannungen". Philos. Magaz. 1915, Nr. 177, S. 339.

Wintz u. Baumeister, „Das Symmetrieinstrumentarium, ein Spezialapparat für Röntgentiefentherapie". Mün. med. Woch. 1917, H. 6, S. 173.

Röntgenröhren zu liegen hatten, es notwendig war, daß die Entladung durch die Röntgenröhre möglichst plötzlich erfolgt und sich nicht in einzelne Teilentladungen auflöst.

Das Studium der Entladungserscheinungen zeigte, daß die Anzahl der Teilentladungen ganz von den elektrischen Verhältnissen im Primär- und Sekundärkreis abhängig ist und daß diese elektrischen Verhältnisse so gestaltet werden können, daß die Entladung, welche durch eine Röntgenröhre hindurchgeht, aus einem einzigen steilen Anstieg und einem steilen Abfall besteht, also keinerlei Teilentladungen aufweist. Diese Untersuchungen führten zur Konstruktion des Symmetrieapparates der Reiniger, Gebbert und Schall A.-G. Der Symmetrieapparat gestattet einmal, an die Röntgenröhre besonders hohe Spannungen zu legen, denn er liefert diese hohen Spannungen und außerdem verbürgt sein elektrischer Aufbau, daß die Sekundärentladung, welche durch die Röntgenröhre hindurchgeht, in möglichst wenig Teilentladungen zerfällt. Gleichzeitig sichert der Symmetrieapparat auch zu, daß die schnellen elektrischen Schwingungen von der Röhre ferngehalten werden.

Schnelle elektrische Schwingungen, welche bei den meisten Röntgenapparaten auftreten infolge der zwischen dem Induktorium und der Röntgenröhre eingeschalteten Funkenstrecken, wirken auf die Röhre in dem Sinne ungünstig ein, daß die hohen Spannungen nicht voll zur Wirkung kommen, weil die Zündspannung in diesem Falle ebenso wie die Arbeitsspannung eine bedeutend niedrigere wird. Das in diesem Falle von den Röntgenröhren ausgehende Röntgenstrahlengemisch ist aus langwelligen Komponenten zusammengesetzt und außerdem weit heterogener als das Strahlengemisch, welches von Röntgenröhren ausgeht, bei denen die schnellen elektrischen Schwingungen nicht einwirken können[1]).

Bei dem Symmetrieinstrumentarium finden anstelle eines einzigen Induktoriums deren zwei, völlig gleiche, in Hintereinanderschaltung Anwendung. Die Praxis zeigte, daß durch die völlig getrennte Anordnung der beiden Induktorhälften Besseres erreicht wird, als mit nur einem einzigen großen Induktor.

Der Symmetrieinduktor besteht, wie bereits erwähnt, aus zwei völlig voneinander getrennten Spulenhälften, und wie aus dem Schema in Abb. 7 ersichtlich ist, liegt in der einen sekundären Stromkreishälfte die Röntgenröhre (R) und in der anderen Stromkreishälfte eine Ventilfunkenstrecke (F); der sekundäre Stromkreis ist somit symmetrisch.

Durch diese symmetrische Schaltung von Röntgenröhre, Induktor und Ventilfunkenstrecke (D.R.P.) wird das erreicht, was zur Erzeugung

---

[1]) Janus, „Einfluß kleinster Funkenstrecken in Röntgenstromkreisen". Fortschr. d. Röntg. 24, 1917, H. 5. S. 453.

Janus zeigt in dieser Arbeit, wie kleinste Funkenstrecken im Röntgenstromkreise als Hochfrequenzgeneratoren wirken. Die dadurch zustande kommenden Hochfrequenzschwingungen wirken auf die Entladungskurven ungünstig ein. Es sind deshalb im Röntgenstromkreis alle kleinsten Funkenstrecken sorgfältig zu vermeiden. Auch hohe Widerstände, z. B. Flüssigkeitswiderstände sind imstande, infolge der Dämpfung, die sie verursachen, die hochfrequenten Schwingungen in eine periodische verlaufende Entladung zu verwandeln. Abb. 7a zeigt einen solchen Widerstand, wie er bei dem Symmetrieinduktorium der Reiniger, Gebbert & Schall A. G. verwandt wird.

einer harten Strahlung notwendig ist. Erstens wird verhindert, daß die von der Funkenstrecke (wie von jeder) ausgehenden Hochfrequenzschwingungen zur Röntgenröhre gelangen und deren Widerstandswert herabsetzen, weil diese Schwingungen von den Windungen der Sekundärspule bzw. den Wasserwiderständen (W) abgedrosselt werden[1]). Zweitens kann die elektrische Aufladung, die nach jedem einzelnen Stromimpuls an den Elektroden der Röntgenröhre zurückbleibt und ebenfalls die Röhre leitfähiger macht, also auch den Widerstandswert derselben herabsetzt, zu den Metallmassen der Sekundärspulen abfließen, weil die Leitung trennende Vorrichtungen — wie Ventilfunkenstrecke, Hochspannungsschalter usw. — nicht zwischen Röhre und Induktor liegen. Eine Herabsetzung des Röhrenwiderstandes ist aber Verschlechterung der. Strahlenqualität.

Die Härte der Röntgenstrahlung ist weiter abhängig von der Spannung, welche im Augenblick des Stromdurchbruches an der Röntgenröhre liegt; je höher die Spannung, desto größer die Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen und desto kurzwelliger das Röntgenlicht. Einen je höheren Widerstand folglich der Sekundärstromkreis, also die Röntgenröhre aufweist, eine desto höhere Spannung muß demselben aufgedrückt werden, bis Stromfluß erreicht wird[2]).

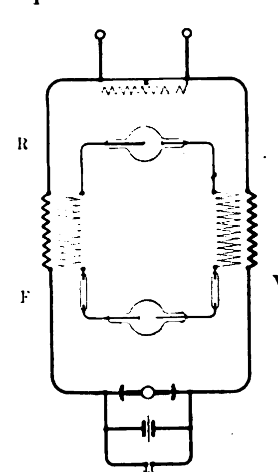
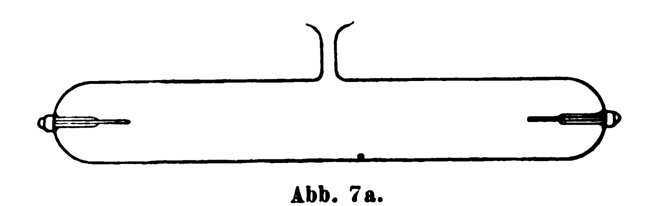


Abb. 7.


Abb. 7a.

Um die Spannung höher ansteigen zu lassen, als dies der Widerstand der Röntgenröhre bedingen würde, wird beim Symmetrie-Instrumentarium eine Ventilfunkenstrecke benutzt mit möglichst hoch eingestelltem Widerstandswert, nämlich 10 cm Spitze-Platten-Abstand. Die Spannung muß

[1]) Janus, „Einfluß kleinster Funkenstrecken in Röntgenstromkreisen". Fortschr. d. Röntg. 24, 1917, H. 5 S. 453

[2]) Webster, Proc. Nat. Acad. 2, 1916, S. 90.

Duane u. Hunt, Phys. Rev. 6, 1915, S. 166.

Rutherford Barnes u. Richardson, „Die Maximalfrequenz der Röntgenstrahlen einer Coolidgeröhre bei verschiedenen Spannungen". Philos. Magaz. 1915, Nr. 177, S. 339.

Ludewig, „Das Verhalten der Röntgenröhre im praktischen Röntgenbetriebe". Physikal. Ztschr. 16, 1915, S. 438.

Kröncke, „Messung der Härte und Intensität der Röntgenstrahlen". Ann. d. Phys. 43, 1914, S. 687.

Kröncke, „Über die Charakteristiken von Röntgenröhren und ihre Beziehung zur Härte von Röntgenstrahlen". Fortschr. d. Röntg. 22, 1915, H. 6, S. 597.

Wintz u. Baumeister, „Das Symmetrieinstrumentarium, ein Spezialapparat, für Röntgentiefentherapie". Mün. med. Woch. 1917. H. 6. S. 173.

nun so hoch ansteigen, bis der Widerstand der Röntgenröhre plus demjenigen der Ventilfunkenstrecke überwunden ist; dann erst erfolgt der Röhrendurchbruch. Die Spannung, die in diesem Augenblick an der Röhre liegt, wird eine sehr hohe, mithin das Röntgenlicht sehr kurzwellig sein.

Offene Funkenstrecken verschlechtern die Luft im Bestrahlungsraum bekanntlich dadurch, daß vom Funken der Sauerstoff aus der Luft in salpetrige Säure zersetzt wird. Um dies zu verhindern, sind beim Symmetrie-Instrumentarium die Elektroden der Ventilfunkenstrecke (siehe Abb. 8) ähnlich wie die Elektroden bei einer Röntgenröhre, in eine Glaskugel eingeschmolzen, welche dann evakuiert und hierauf mit einem trägen Gas gefüllt wird[1]).

Sehr wertvoll waren die Untersuchungen der Stromkurven im sekundären Stromkreis bei verschieden großer Kapazität der Kondensatoren.

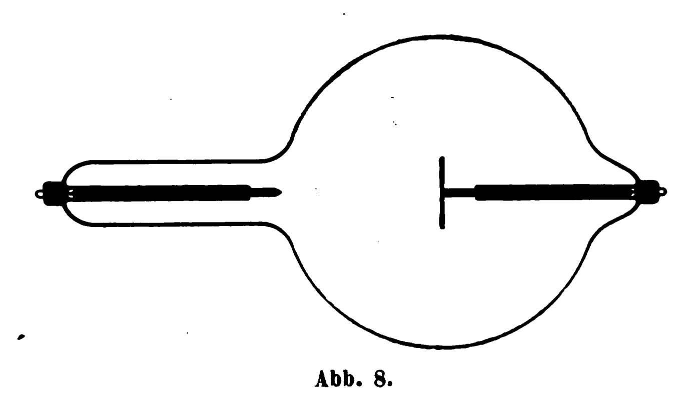


Abb. 8.

die dem Primärstrom-Unterbrecher parallel geschaltet sind. Bei der bisher üblichen Kapazität der Kondensatoren, es waren dies 1—2 Mikro. Farad, bestand bei genauer Untersuchung jeder einzelne Stromimpuls wiederum aus mehreren unmittelbar aufeinanderfolgenden Schwingungen. Bei einer harten Röhre und bei einer Belastung von 2—3 Milliampère waren es drei bis fünf Schwingungen. Die erste Schwingung erreicht den höchsten Scheitelwert, um dann auf Null zurückzufallen. Die zweite ist weniger hoch usw., die letzte Schwingung hat den niedrigsten Scheitelwert. Durch Zuschaltung weiterer Kondensatoren, auf eine Kapazität von 6 bis 10 Mikro-Farad, bildete sich der einzelne Stromimpuls schließlich zu einer einzigen Schwingung aus, plötzlich ansteigend mit breitem, hohem Scheitelwert und rasch abfallend. Wird durch eine Röntgenröhre ein Strom mit solchen Stromimpulsen geschickt, dann geht von dieser eine viel weniger heterogene Strahlung aus, als bei Stromimpulsen, die aus mehreren, auf Null abklingenden Schwingungen bestehen.

Einen weiteren Vorteil brachte die große Kapazität noch dadurch, daß das beim Betrieb sehr harter Röhren an der Primärspule sonst heftig

---

[1]) Wintz, „Die Gasvergiftung im Röntgenzimmer". Mün. med. Woch. 1918, Nr. 11, S. 297.

auftretende Funkensprühen — stille Entladungen, welche mit der Zeit das Induktorium schädigen — auf ein Minimum herabgesetzt wird.

Die Abb. 9 zeigt den Aufbau des ganzen Instrumentariums. Die beiden Induktorhälften sind an die Seitenwände des Holzschrankes montiert. Zwischen den Induktoren sind die Gasfunkenstrecke und die beiden Wasserwiderstände angebracht.

Auf dem Boden des Schrankes steht der „Apex-Gasunterbrecher, dahinter die Kondensatorenbatterie. Von der Parallelelfunkenstrecke mit dem Milliampèremeter oben auf dem Schrank wird die Hochspannung abgenommen. Die Schalt- und Regulierapparate sind auf einen fahrbaren Tisch montiert, von welchem die Leitungen zur Verteilungstafel des Instrumentariums führen.

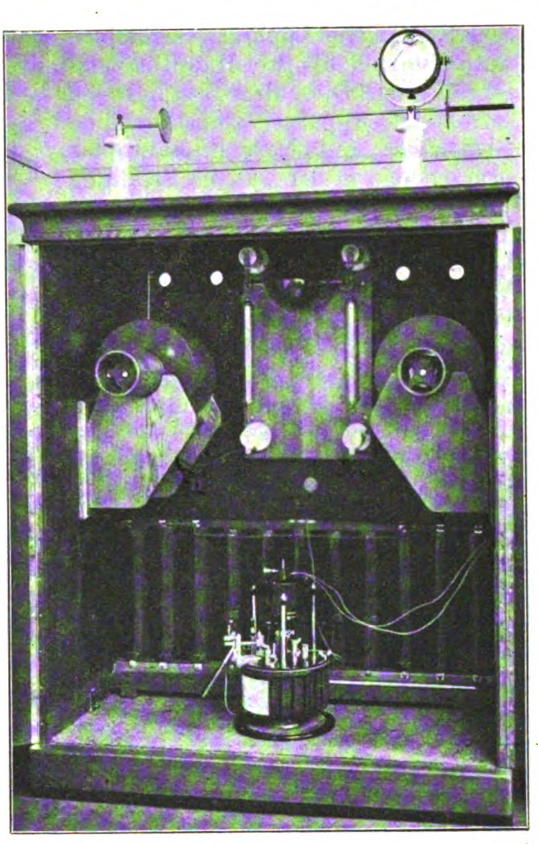


Abb. 9.

Zum Betrieb mit dem Symmetrie-Apparat wurde nun die selbsthärtende Siederöhre geschaffen, die zwei Eigenschaften in sich vereinigt; nämlich einmal das dauernde Härterwerden im Betrieb und dann die Widerstandsfähigkeit gegen die hohen erzeugten Spannungen. Die selbsthärtende Siederöhre ist eine gasarme Röhre. Will man sie in Betrieb setzen, so muß sie kurz regeneriert werden. Eine kurze Regenerierung der Röhre genügt um einen einzelnen Entladungsstoß durch dieselbe hindurchzujagen. Durch diesen einzigen Entladungsstoß wird der Gasinhalt, welchen die Röhre durch die Regenerierung bekommen hat, verbraucht und für einen neuen einsetzenden Entladungsstoß muß die Röhre (siehe Abb. 10) von neuem regeneriert werden[1]).

Der Betrieb dieser Röntgenröhre, welcher während des Röntgenbetriebes dauernd wieder so gasarm und hart wird, daß die neue Ent-

[1]) **Wintz**, „Die selbsthärtende Siederöhre, das Tiefentherapierohr". Mün. med. Woch. 1917, Nr. 29, S. 944.

Der Verfasser gibt eine genaue Beschreibung der selbsthärtenden Siederöhre und ihrer Eigenschaften.

ladung nicht einsetzen kann ohne Regenerierung, verlangt eine ständig sorgfältige Regenerierung der Röntgenröhre. Diese Forderung wird in bester Weise erfüllt durch den von Wintz angegebenen Regenerierautomaten[1]). Der Regenerierautomat (siehe Abb. 11) ist so konstruiert, daß die Röntgenröhre, sobald sie gasärmer wird, durch ein eingeschaltetes System automatisch regeneriert wird.

Symmetrie-Apparat, selbsthärtende Siederöhre und Regenerierautomat sind die drei Hauptbestandteile einer modernen Tiefentherapieeinrichtung. Diese drei Bestandteile, Symmetrie-Apparat, selbsthärtende Siederöhre und Regenerierautomat ermöglichen in der Tat die Erfüllung der im Vorausgegangenen erwähnten Bedingungen, wonach für die Tiefentherapie die Erzeugung kurzwelliger Strahlungskomponenten notwendig ist, also die Erzeugung violetten und ultravioletten Röntgenlichtes. Die Erfüllung dieser Bedingungen ist außerdem durch den automatischen

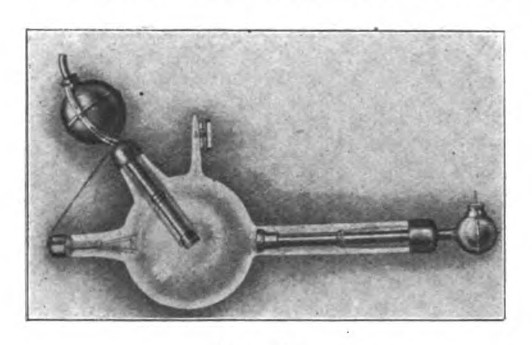


Abb. 10.

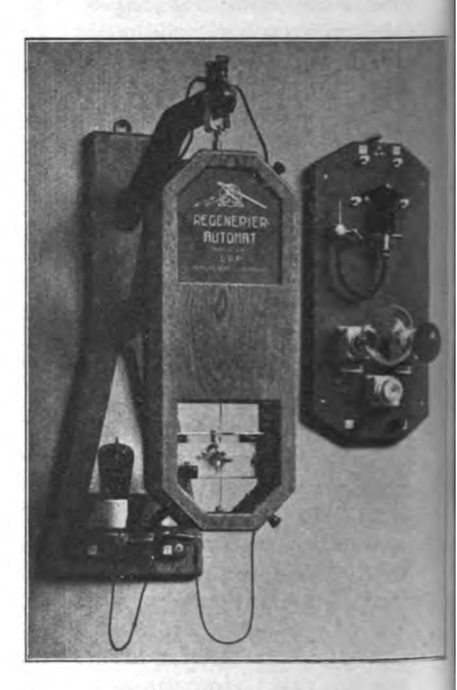


Abb. 11.

Betrieb dauernd gewährleistet. Wir erhalten mit dieser Apparatekombination eine Strahlenqualität, welche die Reproduktion aller durch die Forschung gegebenen Erfolge in der Praxis zusichert.

Neben den Untersuchungen über die Zusammensetzung der Strahlengemische, die unter bestimmten elektrischen Betriebsbedingungen erzeugt werden, ist in den letzten fünf Jahren auch die Filterwirkung von Alu-

---

[1]) Wintz, „Eine automatische Regenerierung der Röntgenröhre". Mün. med. Woch. 1916, Nr. 11, S. 382.

Wintz beschreibt hier die von ihm erdachte sinnreiche automatische Regenerierung der Röntgenröhre. Die Grundlage der Regenerierung ist die Tatsache, daß eine härter werdende Röhre weniger Strom durchläßt und deshalb das Milliampèremeter zurückgeht. Durch eine entsprechende Vorrichtung, den Automaten, wird der Regenerierhahn geöffnet, sobald die Röntgenröhre einen bestimmten Härtegrad überschreitet.

minium, Zink, Kupfer und anderen Stoffen eingehend untersucht worden[1]). Bei diesen Untersuchungen hat sich gezeigt, daß insbesondere die von Wintz angegebene Filterung der Strahlengemische mit Zink von außerordentlichem Vorteil ist. Das Zinkfilter liefert für die Tiefentherapie Strahlungen, die weit weniger heterogen sind, als die mit Aluminium gefilterten Strahlungen und die auch weit ärmer sind an langwelligen Strahlungskomponenten. Wintz zeigt in seinen Arbeiten[2]) mehrfach, daß durch Bestrahlung unter 0,5 mm Zinkfilter in der Tiefe von 10 cm in einer Sitzung die doppelte Dosis mit ungefähr der gleichen Haut-

---

[1]) Goosmann, C., „Der Gebrauch von Filtern in der Röntgentherapie". Lanc. Clinic. Cincinati 112, 1914, S. 16.

Hörder, A., „Beiträge zur Kenntnis der Filterwirkung". Fortschr. d. Röntg. 22, 1914, H. 1, S. 69.

Wintz u. Baumeister, „Das zweckmäßige Filter der gynäkologischen Röntgentiefentherapie". Fortschr. d. Röntg. 24, 1916, H. 3, S. 241.

Walter, B., „Über das geeignetste Filtermaterial und die Erzeugung harter Röntgenstrahlen". Fortschr. d. Röntg. 24, 1917, H. 5, S. 447.

Krönig-Friedrich, „Die physikalischen und biologischen Grundlagen der Strahlentherapie". Urban & Schwarzenberg 1919.

Goos, „Über die Härteanalyse der Röntgenstrahlen und die Wirkung verschiedener Filter". Fortschr. d. Röntg. 24, 1917, H. 5, S. 409.

Goos untersucht die Wirkung von Aluminium, Kupfer und Zinkfiltern und findet, daß der Prozentsatz an kurzwelligen Strahlen bei Kupfer und Zinkfiltern zunimmt.

Glocker, „Eine neue Methode zur Intensität- und Härtebestimmung von Röntgenstrahlen, besonders für die Zwecke der Tiefentherapie". Fortschr. d. Röntg. 24, 1917, H. 3, S. 91.

Glocker untersucht mit seinem Analysator die Wirkung verschiedener Filtermaterialien von verschiedener Stärke und findet, daß bei gleichem Gehalt an sehr durchdringungsfähigen Strahlen, d. h. gleicher Tiefendosis, die durch Zink gefilterte Strahlung ganz entschieden ärmer an mittelharten und weichen Bestandteilen ist, so daß die gleiche Tiefendosis mit größerer Hautschonung erreicht wird. Das von Wintz und Baumeister angegebene 0,5 mm-Zinkfilter liefert somit, wie die Glockersche Strahlungsanalyse ergibt, ein für Tiefentherapie geeigneteres Strahlengemisch als das bisher übliche 3 mm-Aluminiumfilter.

Grossmann, „Über Sekundärstrahlen als Gefahrenquellen". Fortschr. d. Röntg. 23, 1915, H. 2, S. 182.

Weisenberg, „Eine neue graphische Darstellung der Absorption von Röntgenstrahlen, nebst einigen ihrer Anwendungen und zwar zur Analyse des Strahlengemisches, der Filterwahl und der Erleichterung von Berechnungen". Fortschr. d. Röntg. 23, 1915, H. 3, S. 229.

Pagenstecher, A., „Über die Filter in der Strahlenbehandlung". Fortschr. d. Röntg. 23, 1918, H. 3, S. 221.

[2]) Wintz, „Die wirksame Röntgenenergie in der Tiefentherapie und ihre Messung". Mün. med. Woch. 1917, Nr. 28, S. 901.

Wintz u. Baumeister, „Das zweckmäßige Filter der gynäkologischen Röntgentiefentherapie". Fortschr. d. Röntg. 24, 1916, H. 3, S. 241.

Seitz u. Wintz, „Grundsätze der Röntgenbestrahlung des Gebärmutterkrebses und des Karzinoms im allgemeinen. Die Karzinomdosis". Mün. med. Woch. 1918, Nr. 4, S. 89.

Seitz u. Wintz, „Die Röntgenstrahlung der Genitalsarkome und anderer Sarkome und ihre Erfolge, die Sarkomdosis". Mün. med. Woch. 1919, Nr. 20, S. 527.

Seitz u. Wintz, „Für und wider die Ovarialdosis in einer Sitzung". Mün. med. Woch. 1918, Nr. 2, S. 35.

Wintz u. Baumeister, „Das zweckmäßige Filter der Röntgentiefentherapie". Mün. med. Woch. 1916, Nr. 6, S. 189.

Seitz u. Wintz, „Sind Röntgenhautverbrennungen und deren Schädigungen unter Zink und anderen Schwermetallfiltern vermeidbar?" Zbl. f. Gyn. 1918, Nr. 25

belastung wie bei aluminiumgefilterter Strahlung verabreicht werden kann.

Kannte man nun bis vor wenigen Jahren nur eine einzige Art der Erzeugung von Röntgenstrahlen, die wir als die klassische Methode bezeichnen können, so steht heute im Vordergrund des Interesses der Forscher die moderne Methode der Erzeugung der Röntgenstrahlen, bei welcher die glüh-elektrischen Erscheinungen für die Erzeugung von Kathodenstrahlen angewandt werden. Für die klassische Art der Erzeugung der Röntgenstrahlen wird der klassische Typus der Röntgenröhre verwendet. In der Röntgenröhre sind hier die bekannten Elektroden Anode, Antikathode und Kathode sowie die Regeneriervorrichtung eingebaut. Dieser Röhrentyp hat inzwischen auch wieder mancherlei Verbesserungen erfahren. Ein moderner Vertreter dieses Typs der Röntgenröhren ist die selbsthärtende Siederöhre, deren Prinzip wir bereits beschrieben haben. Eine Verbesserung bei diesen Röhrentypen, sofern sie mit Osmoregenerierung ausgestattet sind, ist durch die elektrische Zündung der Regenerierflamme erreicht worden. Hier wird die Verbindung zwischen Anode und Antikathode über die Osmoregenerierung geleitet, so daß dauernd Funken überspringen. Diese Funken bringen dann das aus dem Regenerierhahn ausströmende Gas zum Zünden. Die Vorrichtung ist in Abb. 12 dargestellt. Wir sehen hier, daß die elektrische Strombahn an der Regeneriervorrichtung unterbrochen ist.

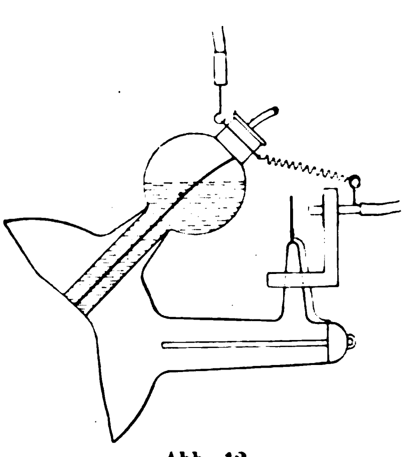


Abb. 12.

An der Unterbrechungsstelle wird der Strom sich in Form eines Funkens ausgleichen und dieser Funken wird das aus dem Regenerierhahn ausströmende Gas entzünden. Diese neue von Wintz und Baumeister angegebene Vorrichtung[1]) bedeutet eine große Erleichterung des Regenerierbetriebes.

Hier wäre auch die geerdete Röntgenröhre zu erwähnen, welche von Wintz angegeben und beschrieben wurde[2]). Durch eine eingebaute besondere Elektrode, welche mit der Erde in Verbindung steht, werden die elektrischen Aufladungen abgeleitet. Der Röhrenbetrieb ist dadurch sicher und gefahrlos.

Für die moderne Art der Erzeugung der Röntgenstrahlen wird der moderne Typus der Röntgenröhre angewandt. Hier sind in die Röntgenröhre neben den genannten und bekannten Elektroden vor allem Glühelektroden eingebaut, deren Vorhandensein und deren Wirken für die Erzeugung der

[1]) Wintz u. Baumeister, „Neue Hilfsmittel zur Röntgentiefentherapie". Mün. med. Woch. 1918, Nr. 38, S. 1050.

[2]) Wintz, „Die geerdete Röntgenröhre, eine Spezialröhre für Tiefenbestrahlung". Mün. med. Woch. 1916, Nr. 49, S. 1719.

Röntgenstrahlen Bedingung ist. Es ist eine bekannte Tatsache, daß von glühenden Körpern Elektronen austreten. Dabei ist es bekannt, daß die Menge der austretenden Elektronen eine Temperaturfunktion ist. Diese Elektronen werden hier zur Erzeugung der Kathodenstrahlen verwendet. Bei diesem modernen Typus der Röntgenröhre haben sich bereits wieder verschiedenartige Typen von Röntgenröhren herausgebildet, die unter dem Namen Coolidge-Röhre und Lilienfeld-Röhre bekannt geworden sind. Bei der Coolidge-Röhre bildet die glühende Elektrode die Kathode. Die von ihr austretenden Elektronen werden durch einen übergeschobenen Zylinder, welcher mit dem gleichen Potential in Verbindung steht, zum Kathodenstrahlenbündel zusammengeschnürt. Dieses Kathodenstrahlenbündel wird dann durch die Bremsung auf der Antikathode in Röntgenstrahlen umgesetzt. Bei der Lilienfeld-Röhre ist als Glüheelektrode eine Art Glühlampe eingebaut. Die aus ihr austretenden Elektronen werden durch eine angelegte Hilfsspannnng gegen die Lochkathode geschleudert und durch das Loch der Kathode hindurchgetrieben. Zwischen Lochkathode und Antikathode liegt die eigentliche Arbeitsspannung und die aus der Lochkathode austretenden Elektronen werden durch die Arbeitsspannung zur Kathodenstrahlengeschwindigkeit beschleunigt und auf der Antikathode in Röntgenstrahlen umgesetzt. Über diesen neuen Typ der Röntgenröhre, den wir als den modernen Typus bezeichnet haben, ist in den letzten Jahren eine ungeheure Fülle von physikalischer und technischer Literatur entstanden[1]). Die Fülle der Literatur ist so groß,

[1]) Coolidge, „Röntgenröhre mit reiner Elektronenentladung". Fortschr. d. Röntg. 22, 1914, H. 1, S. 18.

Diese Arbeit, welche einen Auszug aus einer Abhandlung der Physikal. Review Dez. 1913 darstellt.beschreibt ausführlich den Bau, die Arbeitsmethode und die charakteristischen Eigenschaften der Röhre. Die Arbeit stellt die grundlegende Arbeit dar, welche alles bereits enthält, was die folgenden Arbeiten anderer Verfasser bringen.

Lilienfeld, „Erwiderung auf die Veröffentlichung von Dr. W. Coolidge Röntgenröhre mit reiner Elektronenentladung". Fortschr. d. Röntg. 22, 1915, H. 4, S. 419.

Koch, „Rie Röntgenröhre nach Dr. J. C. Lilienfeld". Fortschr. d. Röntg. 23, 1915, H. 1—2.

Koch beschreibt die von Lilienfeld auf Grund seiner Studien über die Elektrizitätsleitung im extremen Vakuum (Lilienfeld, „Die Elektrizitätsleitung im extremen Vakuum", Ann. d. Phys. 32, 1910, S. 674; 43, 1914, S. 24) angegebene Röntgenröhre (Lilienfeld u. Rosenthal, „Eine Röntgenröhre von beliebig einstellbarem vom Vakuum unabhängigen Härtegrad". Fortschr. d. Röntg. 18, 1911, H. 4, S. 256), sowie ihre Arbeitsweise, ihre Ausgestaltung und ihre Leistungen.

Albers-Schönberg, „Die gasfreien Röhren in der röntgenologischen Praxis". Fortschr. d. Röntg. 24, 1917, H. 3, S. 423.

Eine genaue Statistik über die Rentabilität der neuen Röhren. Der Verfasser glaubte sich berechtigt auf Grund seiner eingehenden Untersuchungen zu schließen, daß eine beträchtliche Milliampèrestunden-Überlegenheit der gasfreien Röhren über die alten Typen vorhanden sei, gibt aber selbst zu, daß seine noch nicht abgeschlossene Statistik auf ganz ausgewählten Exemplaren beruht".

Lilienfeld, „Einige Messungen an Röntgenstrahlen". Fortschr. d. Röntg. 25, 1917, H. 2, S. 77.

Beschreibungen von Messungen und Resultaten, die Lilienfeld bei Untersuchungen an der von ihm konstruierten Röhre erzielte. Lilienfeld behauptet in dieser Arbeit, daß seine Röhre allen anderen Röntgenstrahlenquellen in jeder Weise überlegen sei.

Wintz, Dechend u. Iten, „Die Messung der Primärstrahlung der Coolidge-, Lilienfeld- und selbsthärtenden Sicderöhre". Fortschr. d. Röntg. 25, 1918, H. 4, S. 330.

daß man ruhig sagen kann, sie hat die Entwicklung der Sache nicht gerade gefördert. Durch sich überstürzende Mitteilungen ist eine gewisse Verwirrung eingetreten, die besser vermieden worden wäre. Dieser moderne Röntgenröhrentypus eröffnet manche neuen Perspektiven, die, wie zu hoffen ist, nicht nur Perspektiven bleiben. Doch wolle man hier nicht so radikal verfahren, daß man nunmehr die zuverlässigen klassischen Methoden für die Erzeugung der Röntgenstrahlen einfach als veraltet beiseite schiebt zu Gunsten von Methoden und Typen, deren Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist und deren Fähigkeiten noch nicht scharf umgrenzt sind.

Als Kuriosum wäre hier noch die Zehndersche Metallröntgenröhre zu erwähnen, deren gesamte Wandungen aus Metall hergestellt sind. Seit den ersten Veröffentlichungen[1]) hat man über diesen Röhrentypus jedoch nichts mehr erfahren.

Damit haben wir die hauptsächlichste Entwicklung dargestellt, welche das Röntgenstrahlengebiet in den letzten fünf Jahren genommen

---

Die Verfasser haben ausführliche Messungen an diesen Röntgentypen vorgenommen und finden, daß das Strahlengemisch der Lilienfeld- und der selbsthärtenden Siederöhre sich weitgehend ähnlich ist, während das Strahlengemisch der von ihnen verwendeten Coolidge-Röhre wesentlich inhomogener ist. Die mit den drei Röhrentypen erreichbaren Härtegrade sind wesentlich gleich und damit auch die prozentualen Tiefendosen.

Bucky, „Über gasfreie Röntgenröhren". Fortschr. d. Röntg. 25, 1918, H. 6, S. 453.

Ludewig, „Die Coolidge-Röhre". Zbl. f. Röntgenstrahlen. Radium u. verw. Gebiete 5, 1914, H. 8, S. 383.

Eine sehr klare Beschreibung des Prinzips der Coolidge-Röhre.

Lilienfeld, „Eine von der Erhöhung des Zündpotentials freie Röntgenröhre". Verhandl. d. K. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. 66, 1914, S. 76.

Coolidge, „Eine mächtige Röntgenröhre mit reiner Elektronenentladung". Strahlentherapie 5, H. 1, S. 431.

Schmidt, H. E., „Über Versuche mit der Coolidge-Röhre". Fortschr. d. Röntg. 23, 1916, H. 1, S. 92.

Schmidt, H. E., „Über die Coolidge-Röhre der A. E. G." Dt. med. Woch. 1915, Nr. 25, S. 727.

Levy-Dorn, „Die neuen Röntgenröhren von Lilienfeld, Coolidge und Zehnder". Dt. med. Woch. 1915, Nr. 30, S. 887.

Holzknecht, Wachtel, Weißenberg u. Meyer, „Die gasfreie Röntgenröhre nach J. E. Lilienfeld". Fortschr. d. Röntg. 23, 1916, H. 1, S. 38.

Pilon, „Die Strahlung der Coolidge-Röhre". Journ. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 4, S. 214.

Lilienfeld, „Zur Verteilung der Fluoreszenz auf der Glaswand der Lilienfeldröhre". Fortschr. d. Röntg. 23, 1917, H. 4, S. 383.

Dessauer, „Über die Glühkathodenröhren (Coolidgeröhre) und ihre Bedeutung für die Tiefentherapie". Mün. med. Woch. 1917, Nr. 30, S. 971.

Rutherford u. Barnes, „Die inneren Vorgänge in der Coolidge-Röhre". Phylos. Magaz. 1915, S. 361.

Hirsch, „Diagnostische Anwendungen der Lilienfeld-Röhre, besonders auch für Momentaufnahmen". Dt. med. Woch. 1917, Nr. 5, S. 148.

Lilienfeld, „Die Elektrizitätsleitung im extremen Vakuum" (Die Doppelschicht im Auftreffpunkte der Kathodenstrahlen). Bericht d. mathem.-phys. Klasse d. K. sächs. Akad. d. Wissensch. Leipzig 69, 1917, S. 45.

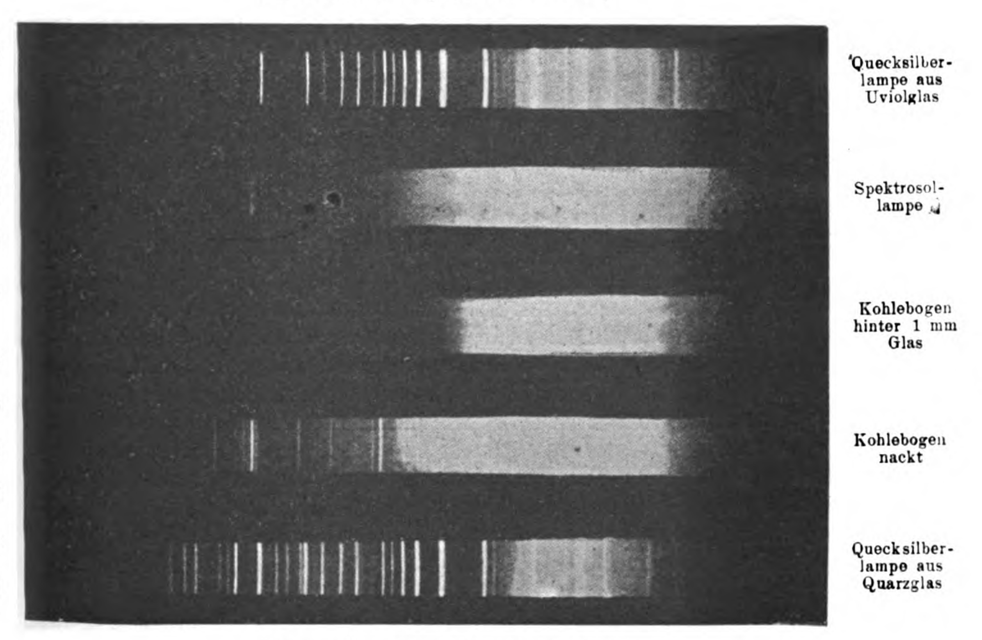
[1]) Zehnder, „Eine gefahrlose metallische Röntgenröhre". Ann. d. Phys. 46, 1915, S. 824.

Levy-Dorn, „Die neuen Röntgenröhren von Lilienfeld, Coolidge und Zehnder". Dt. med. Woch. 30, 1915, S. 887.

hat. Die bisher behandelten Methoden zur Erzeugung kurzwelligster Strahlen kommen in der Hauptsache für Röntgentiefentherapie in Frage, doch werden sie neben den bisherigen Methoden zur Röntgenstrahlenerzeugung auch mit Erfolg für Oberflächentherapie angewandt, wie die medizinische Literatur der letzten Jahre zeigt.

IV. Ultraviolette Strahlen.

Das ultraviolette Strahlengebiet reiht sich, wie wir in der Einleitung des vorliegenden Referates gesehen haben, nach dem Röntgenstrahlengebiet im elektromagnetischen Spektrum ein, nach einer Pause, welche von Strahlungen erfüllt sein wird, die uns bis jetzt nur noch nicht bekannt



Ultraviolett II | Ultraviolett I |

Abb. 13.

sind[1]). In den ultravioletten Strahlungen nun haben wir ein außerordentlich ausgedehntes Gebiet, welches sich über zwei ganze Oktaven ausdehnt und zwar umfaßt es das Wellenlängengebiet $9 . 10^{-6}$ cm bis etwa $3{,}5 . 10^{-3}$ cm.

Wir müssen hier zwischen zwei Gebieten unterscheiden und zwar zwischen dem Ultraviolett II und den Ultraviolett I. Das Ultraviolett I ist im Sonnenspektrum enthalten, das Ultraviolett II ist im Sonnen-

[1]) Lenard, „Quantitatives über Kathodenstrahlen aller Geschwindigkeiten". Abhandl. d. Heidelberger Akad. d. Wissensch. 5. Abhandl. 1918.

spektrum nicht enthalten[1]), dagegen in einer Reihe von Lichtquellen, wie aus der Abb. 13 hervorgeht[2]).

Die ultraviolette Strahlung hat bereits vor dem Kriege eine außerordentlich wichtige Rolle in der Strahlenbehandlung für die medizinischen Forschungen gespielt. Die Kriegserfahrungen haben nun gezeigt, daß das ultraviolette Licht tatsächlich ein Heilfaktor ersten Ranges ist. Bereits vor dem Kriege gab es eine ganze Reihe von Verfahren, ultraviolette Strahlen in größerer oder geringerer Menge für medizinische Zwecke zu erzeugen. Diese Verfahren wurden während des Krieges teilweise verbessert und ausgestaltet, jedoch bedeutet diese technische Ausgestaltung nichts prinzipiell Neues. Die ultraviolette Behandlung leiten wir bekanntlich von der überlegenen Wirkung der an chemisch wirksamen Strahlen besonders reichen Höhensonne ab. Die günstige Wirkung der ultravioletten Strahlen ist aber bei den künstlichen Höhensonnenlampen noch dadurch verstärkt, daß bei ihnen der Prozentsatz an chemisch wirksamen Strahlen den Prozentsatz beim Sonnenlicht bei weitem übertrifft. Wir haben bereits erwähnt, daß wir bei der ultravioletten Strahlung zwischen zwei Gebieten zu unterscheiden haben, einmal zwischen dem Ultraviolett II und das andere Mal zwischen dem Ultraviolett I. Das Ultraviolett II ist dasjenige Gebiet, welches im Sonnenlicht nicht mehr enthalten ist, dadurch ist selbstverständlich die künstliche Höhensonne der natürlichen nicht allgemein überlegen, aber sie erfüllt, wie wir bereits dargetan haben, gerade infolge des hohen Prozentsatzes an ultravioletten Strahlen, eine Reihe wichtiger Aufgaben.

Da man aber für bestimmte Bestrahlungszwecke ein dem Sonnenlicht ähnliches Spektrum für die Behandlung haben wollte, so wurden entsprechende Studien angestellt und das Resultat dieser Studien ist die Spektrosollampe der Reiniger, Gebbert und Schall A.-G. geworden[3]). Aus den Spektralaufnahmen in Abb. 13 geht hervor, daß die ultraviolette Strahlung der Spektrolsolampe gerade da abschneidet, wo auch die ultraviolette Strahlung des künstlichen Sonnenlichtes abschneidet[1]). Man ersieht aus den Spektralaufnahmen außerdem, daß die ultraviolette Strahlung einer Quecksilberlampe aus Uviolglas sich in das Ultraviolett II teilweise hinein erstreckt und daß ebenso die Quecksilberlampe aus Quarzglas sich weit in das Ultraviolett II hinein erstreckt.

---

[1]) Christen, „Ersatz für Sonnenlicht". Dt. med. Woch. 1917, Nr. 50. In dieser interessanten Arbeit zeigt der Verfasser, welche ultraviolette Strahlenmengen von einzelnen Lichtquellen ausgehen und wie sich die Spektren dieser Lichtquellen zusammensetzen. Der Verfasser führt hier auch die Bezeichnung Ultraviolett I und Ultraviolett II ein. Die Spektraltafel in Abb. 13 ist dieser Arbeit entnommen.

[2]) Verfolgt man die Spektren in Abb. 13 von oben nach unten, so ist das 1. Spektrum von oben das Spektrum einer Quecksilberlampe aus Uviolglas, das 2. Spektrum das Spektrum des R. G. S. Sonnenbades, das 3. Spektrum das eines Kohlebogens hinter 1 mm Glas, das 4. Spektrum das des nackten Kohlebogens und das 5. Spektrum das einer Quecksilberlampe aus Quarzglas.

[3]) Anmerkung während der Korrektur: Die Spektrosollampe wurde von Wintz dazu verwendet, Bestrahlungseinrichtungen zu bauen, die mit viel Erfolg in der Erlanger Frauenklinik angewendet werden. Diese Bestrahlungslampen nach Wintz werden von der Reiniger, Gebbert & Schall A.-G. hergestellt.

V. Sichtbares Licht.

An das Gebiet der ultravioletten Strahlen reiht sich, wie wir eingangs erwähnt haben, das sichtbare Spektrum an, welches mit seinen Farben violett, blau, indigo, gelb, grün, orange und rot uns bekannt ist. Die Strahlungen dieses Spektrums sind bereits vor dem Kriege für die verschiedenen Bestrahlungszwecke in der Medizin angewandt worden. Eine Ausgestaltung dieses Gebietes hat sich als nicht notwendig erwiesen, denn die Apparate für die einzelnen Zwecke sind bereits sehr vollendet gewesen.

Neu auf diesem Gebiet sind lediglich Bestrahlungslampen, welche zur Behandlung einer Reihe von Krankheiten des weiblichen Genitaltraktes verwandt werden. Diese Lampen, welche bestimmte Gase, wie Neon, Xenon usw. enthalten, werden mit dem Strome eines Induktoriums betrieben und geben je nach dem Gasinhalt intensiv gelbes, rotes oder orange-gelbes Licht; je nach dem Anwendungszweck verwendet man die entsprechende Lichtart Die Lampen und die Betriebseinrichtungen werden von der Reiniger, Gebbert & Schall A.-G. hergestellt. Die Abb. 14 zeigt eine derartige Lampe.

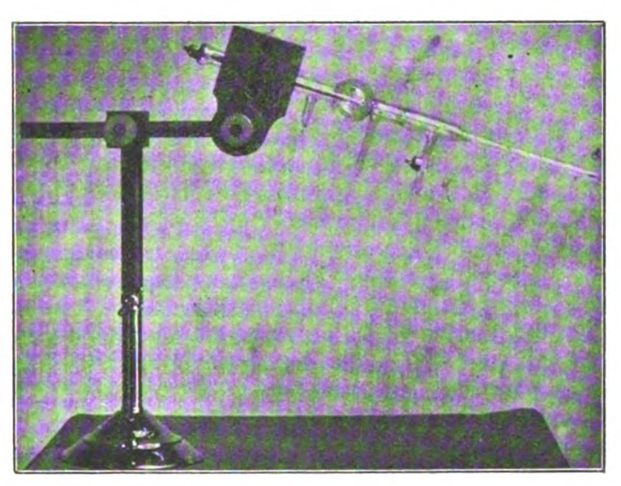


Abb. 14.

An das Gebiet des sichtbaren Lichtes reiht sich das Gebiet der Wärmestrahlen. Die Wärmestrahlen treten bei allen Strahlungserscheinungen des sichtbaren Spektrums mit auf und je nach dem Verwendungszweck läßt man diese dunklen Wärmestrahlen mit einwirken oder schaltet sie durch besondere Vorrichtungen (Wärmefilter) aus.

VI. Elektrische Wellen.

Über das Gebiet der Wärmestrahlen gleitet das elektromagnetische Spektrum in das Gebiet der elektrischen Wellen hinüber. Elektrische Wellen entstehen bekanntlich dann, wenn durch irgendwelche elektrische Entladungsvorgänge elektrische Schwingungen zustande kommen. Diese schnellen elektrischen Schwingungen, welche das Primäre der elektrischen Wellen darstellen, sind für die Zwecke der Diathermie, der Körperdurchwärmung bereits vor dem Kriege in umfangreichster Weise angewandt worden. Die Diathermie hat bekanntlich das früher scheinbar unlösbare Problem gelöst, an beliebige Stellen innerhalb eines körperlichen Gebildes Wärme direkt entstehen zu lassen, in dem an dem Orte der gewollten Wir-

kung elektrische Energie in Wärmeenergie umgesetzt wird. Die Apparate zur Erzeugung dieser speziellen Art von elektrischen Schwingungen, die unter dem Namen Diathermieapparate bekannt sind, haben eine große Reihe von Verbesserungen erfahren, die für die Entwicklung der Diathermie von Bedeutung sind[1]). Insbesondere gelang es, die glüh-elektrischen Erscheinungen, die wir zur Erzeugung von Röntgenstrahlen heute bei der Coolidgeröhre und der Lilienfeldröhre verwenden, auch zur Erzeugung schneller elektrischer Schwingungen heranzuziehen. Es gelang Apparate zu bauen, welche sogen. Glühkathodenröhren als Generatoren der elektrischen Schwingungen besitzen und soweit die Versuche heute einen Ausblick zulassen, darf gesagt werden, daß die Leistungsfähigkeit eine bedeutend größere werden wird, als das bei den alten Apparaten mit Funkengeneratoren der Fall war[2]).

Eine weitere Verbesserung ist in der Applikation der Diathermieströme erzielt worden. Durch besondere Arten von Elektroden, die von Theilhaber angegeben worden sind, gelang es, bedeutend größere Ströme als bisher durch den Körper zu schicken. Die Diathermie spielt als Hilfsmittel der Karzinomtherapie eine nicht zu unterschätzende Rolle[3]).

VII. Schluß.

Ich habe damit in großen Zügen dargestellt, welche Entwicklung die physikalischen und technischen Grundlagen der Strahlentherapie in den letzten fünf Jahren genommen haben; wir haben gesehen, welche Möglichkeiten vorliegen und wie die Grenzen heute gezogen sind. Wir haben gesehen, was Neues auf allen diesen Gebieten geschaffen worden ist und wie insbesondere das Röntgenstrahlengebiet sich in umfangsreichster Weise ausgedehnt und ausgestaltet hat.

Wenn wir unsere Ausführungen zusammenfassen wollen, so darf man sagen, wir besitzen heute für die Strahlenbehandlung Apparate, welche bei richtiger Anwendung es ermöglichen, alle diejenigen Resultate stets mit Sicherheit zu reproduzieren, welche durch die medizinische Forschung in den Bereich der Möglichkeit gerückt worden sind. Die Aussichten, welche für die Methoden der Strahlentherapie gegeben sind, sind ganz bedeutende und wir können hoffen, daß die elektrischen und physikalischen Methoden der Medizin sich noch in weit mehr Teilgebieten Eingang verschaffen, als sie sich heute bereits Eingang verschafft haben.

---

[1]) v. Sengbusch, R., „Gleichzeitige Diathermiebehandlung in mehreren Stromkreisen". Dt. med. Woch. 1917, Nr. 31, S. 975.

Der Verfasser zeigt, wie es durch besondere Verteilervorrichtungen möglich ist, mehrere Patientenkreise gleichzeitig mit Diathermiestrom zu versorgen.

[2]) Christen, Hertenstein & Bergter, „Neue Fortschritte der Diathermie". Mün. med. Woch. 1918, Nr. 50, S. 1395.

Die Verfasser beschreiben ein neues Versuchsmodell eines Diathermieapparates, welches Elektronenröhren als Generatoren enthält, und zeigen, wie die Leistungsfähigkeit des Betriebes durch die Verwendung der neuen Röhren gesteigert wird.

[3]) Theilhaber, „Die Behandlung der Krebskranken nach der Entfernung der Geschwülste". Jahreskurse f. ärztl. Fortb. 1918, Dez.

Der Verfasser beschreibt die Diathermiemethode als Methode zur Nachbehandlung des Krebses und zeigt, wie es mit Hilfe der von ihm angegebenen Elektroden möglich ist, bedeutend größere Wärmemengen zu applizieren. Die von Theilhaber angegebenen Elektroden werden von der Reiniger, Gebbert & Schall A.-G. hergestellt und in den Handel gebracht.

Einzelreferate.

Ausländische Zeitschriften.

Übersetzt von V. de Cordova, München.

J. Belot, Paris. Der Wert der Röntgentherapie. Paris medical, Nr. 22, 2. Juni 1917, S. 450. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 10.

Seit dem Kriege hat sich das Hauptinteresse der Röntgendiagnostik zugewandt. Die Röntgentherapie ist an zweite Stelle getreten. Außerdem verlor sie viele Anhänger, weil die meisten Spezialisten einberufen wurden. Einige bedeutende Mediziner aber hielten den Augenblick für geeignet, um an der wunderbaren Heilmethode um so schwerer wiegende Kritik zu üben, je größer ihre Autorität dem schlecht unterrichteten Leser schien. Man hat sogar vom „Bankerott" des Verfahrens gesprochen.

Mit bisher unbestrittener Autorität macht sich der Verfasser zum unparteiischen Verteidiger der Röntgentherapie und er widerlegt die Einwände. Zuerst erwähnt Belot die Bedingungen einer aktiven Röntgenstrahlenwirkung auf neugebildetes Gewebe und beweist die Möglichkeit, durch geschickte und abwägende Behandlung nur dieses kranke Gewebe zu zerstören. Er selbst zieht die Grenzen der Röntgentherapie. Sie versagt z. B. bei tiefliegenden und bei schnellwachsenden Tumoren. Außerdem müssen die für diese Behandlungsmethode geeigneten Fälle ausgesucht werden. Ist bei Leukämie, Mycosis fungoides, Basedow und Trichophytie die Röntgenbehandlung die Methode der Wahl, so ist es ein großer Irrtum, jede Psoriasis, jedes Ekzem, jede Akne zu bestrahlen, bei denen man mit den gewöhnlichen medizinischen Heilmethoden auskommt. Diese Wahrheit verkennen und die am wenigsten Berufenen verkennen sie — heißt Mißerfolge oder Schädigungen riskieren. Ebenso verhält es sich bei Neoplasmen: Epitheliome oder oberflächliche Sarkome sollten stets zuerst mit Röntgenlicht behandelt werden, auch in Kombination mit einer Exzision. Tiefliegende Tumoren dagegen müssen zuerst operiert werden.

Weder das Publikum noch der überarbeitete Chirurg darf vergessen, daß die Röntgentherapie als letztes Mittel, als medicorum ultima ratio, erscheint. Wie sollte man sie für die Weiterentwicklung eines an sich verzweifelten Falles verantwortlich machen?

Außer dieser allgemeinen Beurteilung der Fälle, muß der Röntgenologe das nötige technische Urteilsvermögen haben. Der Wert des Verfahrens hängt zum Teil von der Fähigkeit des Spezialisten ab. Bei dieser Erkrankung ist diese Technik, bei jener Erkrankung eine andere Technik vorzuziehen. Der Röntgenologe muß für den jeweiligen Zweck das beste und die etwa notwendig werdenden Modifikationen zu finden wissen. Aber auch vom anerkannten Spezialisten darf man nicht sofortige Heilung erwarten, die Röntgentherapie kann auch nicht mehr als ein anderes Heilverfahren, und wenn sie das energischste aller Mittel ist, so ist sie doch kein

Universalheilmittel. Die bessere Kenntnis der Filter und vor allem die neue Coolidgeröhre lassen uns aber hoffen, daß künftig die Behandlung immer besser und weniger schädlich werden wird, und daß die Röntgenstrahlen einmal eines der hauptsächlichsten und zuverlässigsten therapeutischen Heilmittel werden.

A. Béclère, Paris. Wirkliche und eingebildete Gefahren der Strahlentherapie. Paris médical, 2. Juni 1917. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 10.

Wie jede wirksame Arznei hat die Strahlentherapie ihre wirklichen und ihre eingebildeten Gefahren. Der Röntgentherapeut ist immer bemüht, den Unterschied zwischen der in der Oberfläche absorbierten und der in der Tiefe absorbierten Dosis auf ein Minimum herabzusetzen und wenn möglich, das Maximum der Tiefendosis zu erreichen, ohne die Grenze der Hautschädigung zu überschreiten. Die gebräuchlichsten Mittel sind: Dicke Filter, mehrere Einfallspforten, harte Strahlen. Die wirkliche und einzige Gefahr bei der Röntgentherapie liegt in der Dosis, die eine Röntgendermitis oder späte Ulzeration hervorruft. Béclère erinnert daran, daß Filter nicht die Röntgendermitis verhindern. Er meint, es müsse die Hauptsache sein, auf jeden Fall jede, wenn auch leichte, Röntgendermitis zu vermeiden, da doch diese Reizung bekanntlich die Epitheliome der Röntgenologen verursacht. Endlich wendet er sich gegen die zu weit verbreitete Meinung, daß die Röntgentherapie die Entwicklung des Karzinoms so beeinflusse, als ob sie wie mit einem Peitschenhieb sein Wachstum anrege. Richtig dosierte Röntgentherapie ist niemals schädlich.

Comas u. Prio, Barcelona. Ein Fall von Röntgenkarzinom bei einem Spezialisten. Terapia, 15. Okt. 1916. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 10.

Die Verfasser veröffentlichen einen Brief von Dr. Carriazo von Sevilla. Der 52jährige Arzt ist einer der ältesten Röntgenologen, er ließ sich am 16. Mai 1898 als Spezialist in Andalusien nieder.

1912, nach 14jähriger Tätigkeit, zeigten sich, trotz steter Vorsicht bei der Arbeit, an den Händen die ersten Spuren von Atrophie, verruköse Hyperkeratose der Haut, sowie abnorme Pigmentierung. Am linken Ringfinger nahmen die langsam fortschreitenden sehr schmerzhaften Läsionen bald den Charakter eines Kankroids an, die Ränder wurden kallös, der Geschwürsgrund granulös und feucht. Nach energischer Anwendung der verschiedensten Heilverfahren mußte der Finger amputiert werden, aber das Ödem der Hand ging nicht zurück und die Gelenke der benachbarten Finger versteiften nahezu. Auf der rechten Hand sind die Hyperkeratosen weniger zahlreich, aber schmerzhaft. Hier ist die Entwicklung zum Karzinom noch nicht erfolgt. Auf der linken Backe ist eine ganz geringfügige Affektion, der übrige Körper ist unversehrt.

Nogier, Lyon. Ungenügender Röntgenschutz, seine Gefahren. Arch. d'Electr. méd., Mai 1916, S. 129 u. 139. Ref. im Jour. de Radiol. 2, Nr. 4.

Nogier weist abermals auf die Gefahren eines ungenügenden Röntgenschutzes hin, eine Gefahr, die mit der Härte der bei der Tiefenbestrah-

lung verwandten Strahlen steigt. Er erwähnt als warnende Beispiele einen Schutz aus Bleiglas, hinter dem photographische Platten nach der Bestrahlung deutlichen Schleier zeigen, und eine sogen. Schutzseide, von der selbst 8 Lagen wenig schützen. Er verlangt, daß die Fabrikanten jedem für den Röntgenschutz dienenden Verkaufsstück eine in einem bekannten Laboratorium ausgestellte Bestätigung mitgeben, die die Wirksamkeit des Schutzes verbürgt.

R. Knox. Diskussion über die Coolidgeröhre. Proceedings of Roy. Soc. of Med. 9, Nr. 6, April 1916, S. 92. Ref. im Jour. de Radiol. II, Nr. 4.

Knox berichtet über seine beinahe zweijährigen Erfolge und Erfahrungen mit der Coolidgeröhre. Er ist der Ansicht, daß die Coolidgeröhre in der Röntgenologie wegen ihrer Konstanz und ihrer zugleich einfachen und rationellen Handhabung einen großen Fortschritt bedeutet. Trotz des hohen Preises arbeitet die Coolidgeröhre ökonomisch, und die Konstanz der Strahlung sowie die beinah mathematischen Bedingungen, unter denen sie betrieben werden kann, lassen sie als eine der Röntgenröhren erscheinen, denen die Zukunft gehört.

Eine erste Serie von Experimenten bezieht sich auf das Studium der Faktoren, von denen die Qualitäten des radiographischen Bildes abhängen.

1. Verändert man bei konstanter Expositionszeit und konstanter Intensität des Primärstromes die Intensität des Heizstromkreises, so ändert sich die Intensität des primären und sekundären Stromes in demselben Sinne.

2. Ändert man bei konstanter Intensität im Heizstromkreis die Intensität des Primärstromes, so steigt bei proportionaler Expositionsdauer die Penetrationskraft der Strahlen mit der Intensität.

3. Ändert man bei konstanter Intensität des Heizstromkreises und konstantem Primärstrom die Expositionsdauer von 1 zu 8, so entsprechen die so erhaltenen Bilder genau den durch die Erfahrung gewonnenen Bedingungen.

4. Ändert man bei konstanter Intensität des Heizstromkreises und konstanter primärer Intensität die Entfernung von Antikathode zur Platte und die Expositionsdauer proportional dem Quadrat dieser Entfernung, so sind die erhaltenen Bilder genau untereinander gleich.

5. Ändert man bei veränderlicher Intensität des Heizstromes und veränderlicher primärer Intensität die Expositionsdauer umgekehrt proportional zur sekundären Intensität, dann ändert sich die Strahlenqualität mit den Intensitäten; je schwächer die Intensitäten, desto weicher die Strahlen.

6. Ändert man die sekundäre Intensität und die Expositionsdauer, so ist die erhaltene Stahlenqualität gleich dem Produkt dieser beiden Faktoren.

Zwei weitere Serien von Experimenten beschäftigen sich damit, die mit der Coolidgeröhre und mit einer anderen Röhre gewonnenen Bilder miteinander zu vergleichen. Knox selbst gibt zu, daß die Coolidgeröhre vielleicht weniger Details zeichnet, und auch andere Forscher sind dieser Ansicht. Alle aber geben einstimmig die Überlegenheit der Coolidgeröhre für die Therapie zu, gerade weil, wenn die Betriebskonstanten

der Röhre einmal gefunden sind, es genügt, eine einzige zu ändern, um quantitativ oder qualitativ den gewünschten Strahleneffekt zu erreichen, der so lange stabil und homogen bleibt, als nicht von neuem eine jener Konstanten geändert wird. Knox' Erfahrungen stützen sich auf 2228 Behandlungen im Krebskrankenhaus. Er erhielt durchschnittlich die therapeutische Dosis unter 3—4 mm Aluminium in 8 Minuten.

Schließlich hat Knox eine sinnreiche Anordnung erfunden, um bis in jede gewünschte Tiefe, z. B. bei tiefliegenden Tumoren, eine bestimmte Strahlenmenge zu applizieren. Die Coolidgeröhre, deren Normalstrahl durch ein sehr enges und um 41 Grad gegen die Vertikale geneigtes Diaphragma fällt, wird am Ende eines ziemlich langsam um die eigene Achse rotierenden hölzernen Diameters befestigt. Es ist ersichtlich, daß im Laufe seiner Bewegung das Strahlenbündel einen sich drehenden Lichtkegel von gegebener Höhe darstellt. Entspricht die Höhe des Kegels der Entfernung: Antikathode — Haut, so fällt der Gipfel des Kegels mit der Haut zusammen und das Strahlenmaximum liegt dann an deren Oberfläche. Wird die Antikathodenhautdistanz verringert, so fällt der Gipfel des Kegels in die Tiefe der Gewebe und die Haut erhält nur noch die Ausläufer des sich drehenden Lichtkegels, der auf der Hautoberfläche einen um so größeren und weniger dichten Ring beschreibt, je näher die Kegelbasis der Haut rückt. Der Vergleich mit einem Trichter, dessen Wände aus Röntgenstrahlen bestehen, macht das Prinzip der sich drehenden Knoxschen Röhre noch anschaulicher. Durch eine sehr kleine kreisrunde Einfallspforte wird mit erstaunlicher Präzision ein konzentrierter Strahlenfokus in die Tiefe der Gewebe geworfen.

Die Vorteile der sich drehenden Röhre sind:

1. Leichtigkeit der Handhabung.

2. Die Bestrahlungszone kann nach der Tiefe und der Oberfläche zu variiert werden, um nach und nach jeden Teil des Tumors mit massiven Dosen zu bestrahlen.

3. Durch ständige Veränderung der Einfallspforte des Lichtkegels ist es möglich, in der Tiefe die Bestrahlungszone unverändert zu erhalten, während die ringförmige Zone auf der Haut den Platz stets wechselt. So kann man einen Tumor des Mediastinums wiederholt mit großen Dosen behandeln, z. B. 4 mal ohne große Pausen und ohne daß die Haut eine Spur von Reaktion zeigt, weil die Strahlen nie durch die gleiche Stelle der Hautoberfläche eintreten.

4. Der Brennpunkt, d. h. der Punkt in der Tiefe des Gewebes, auf den die Strahlen konzentriert werden, ist so genau bestimmbar, daß man in jeder Tiefe eine gegebene Strahlendosis applizieren kann.

Hier drängt sich sogleich die wichtige Frage nach der Berechnung der absorbierten Dosis auf. Knox stellte eine Reihe Experimente an, um die im Brennpunkt sowie die in der Haut zur Absorption kommende Strahlenmenge zu bestimmen, wobei er bei gefilterten und nicht gefilterten Strahlen den Brennpunkt in 10 cm Entfernung von der Haut annahm. Die Strahlen gingen entweder durch die Luft oder durch Ochsenfleischstücke von bekannter Dicke. Die Experimente wurden zugleich mit einer sich drehenden und einer feststehenden Coolidgeröhre vorgenommen.

Die Anordnung der Experimente war im einzelnen die folgende:

A. Studium der Strahlen beim Durchdringen des Gewebes.

4 Stücke Ochsenfleisch, jedes von $2^1/_2$ cm Dicke, werden aufeinander gelegt. Zwischen jedes Stück kommt je ein in schwarzes Papier gewickeltes photographisches Papier.

Die Antikathode steht in 30 cm Entfernung von dem obersten Fleischstück, das die Hautoberfläche darstellt, und in 40 cm Entfernung von der letzten Schicht des photographischen Papiers, die dem Brennpunkt entspricht. Die Strahlen gehen durch ein Diaphragma von $1^1/_2$ cm Durchmesser, das 15 cm vor der Antikathode eingeschoben ist. Die Röhre rotiert. Nach Entwickeln des Papiers vergleicht man die erhaltenen Resultate mit einer Standardskala aus dem gleichen lichtempfindlichen Papier, die zuvor angefertigt wurde, unter Zuhilfenahme des Sabouraudschen Radiometers. Diese Vergleichsskala zeigt eine Schwärzungskurve aus 10 aufeinander folgenden Verfärbungen, die zwischen der Teinte A und der Teinte B des Sabourauds liegen.

B. Studium der die Luft durchdringenden Strahlen.

4 Blätter photographischen Papiers, lichtdicht eingewickelt, werden in einem Spezialrahmen leiterartig geordnet und in der gleichen Antikathodenentfernung angebracht.

Knox erhielt folgende Resultate:

Durchdringt die Strahlung einer sich drehenden Röhre 10 cm Ochsenfleisch mit oder ohne Filter, dann kann man den Grad der Absorption oder Penetration der Strahlen und zugleich die Quantität der Lichteinheiten feststellen, die den verschiedenen Tiefen appliziert werden. Erhält die Haut z. B. 100 Einheiten, so wird ein Tumor in 10 cm Tiefe 5, also 20 mal weniger erhalten.

Tabelle 1.

Intensität des Heizstromes 4 A. Primärstrom 4 A. Sekundärstrom 4 M.-A. Äquivalente Funkenstrecke 22,5 cm.

	Antikathoden-entfernung	1. Ohne Filter Exp.-Dauer 60 Min.			2. Mit Filter Exp.-Dauer 50 Min.		
		Erhaltene Einheiten	Penetration %	Absorption %	Erhaltene Einheiten	Penetration %	Absorption %
Oberfläche	30 cm	240	—	—	100	—	—
In 2,5 cm von d. Oberfl. entfernt	32,5 „	84	35	65	40	40	60
„ 5 „ „ „ „ „	35 „	23	9	91	23	23	77
„ 7,5 „ „ „ „ „	37,5 „	11	5	95	12	12	88
„ 10 „ „ „ „ „ (Brennpunkt)	40 „	7	3	97	5	5	95

Durchdringt die Strahlung nur die Luft, d. h. ohne Zwischenschaltung von Ochsenfleisch zwischen die leiterartig geordneten lichtempfindlichen Papierschichten, so fällt der riesige Unterschied auf zwischen den erhaltenen und absorbierten Einheiten bei 30 cm Antikathodenentfernung (diese Entfernung entspricht der Hautoberfläche) und bei 40 cm (diese Entfernung entspricht dem Brennpunkt). Der Unterschied wird noch offenkundiger,

wenn man die Resultate bei einer sich drehenden mit denen bei einer fe-stehenden Röhre vergleicht. Während sich der Wert der Einheiten bei der feststehenden Röhre in der Tiefe verringert, steigt er enorm bei der sich drehenden Röhre an.

Tabelle 2.

Intensität des Heizstromes 4 A., des Primärstromes 4 A., des Sekundärstromes 4 M.-A. Äquivalente Funkenstrecke 22,5 cm.

	Antikathoden-distanz	Feststehende Röhre		Drehende Röhre appl. Einheiten	
		Ohne Filter 15 Min. Exp.	3 mm Alum. 30 Min. Exp.	Ohne Filter 112 Min. Exp.	3 mm Alum. 240 Min. Exp.
Oberfläche	30 cm	43	29	5	6
In 2,5 cm Entfernung von der Oberfl.	32,5 „	29	23	7	[illegible]
„ 5 „ „ „ „ „	35 „	24	20	9	14
„ 7,5 „ „ „ „ „	37,5 „	19	19	27	32
„ 10 „ „ „ „ „	40 „	17	18	65	[illegible]

Beim Durchdringen von Gewebe ist der Vergleich zwischen der Wirkung einer sich drehenden Röhre und einer feststehenden ebenfalls auffällig, einerlei ob man mit oder ohne Filter arbeitet.

Während z. B. eine feststehende Röhre ohne Filter in 95 Sekunden 161 Einheiten der Haut appliziert und 5 Einheiten in 10 cm Tiefe in der gleichen Zeit, appliziert eine sich drehende Röhre, ebenfalls ohne Filter in 120 Sekunden der Haut 5 Einheiten und in der gleichen Zeit 6 Einheiten im Brennpunkt (Tabelle 3).

Folgende Tafel schematisiert die experimentell erhaltenen Resultate

Tabelle 3.

Typ des Indukt.-Apparates	Coolidge-Röhre	Filter	Entsprechende Funkenlänge in cm	Antikathoden-distanz		Expositionsdauer in Minuten	Dosis in Einheiten		Minuten, in welchen die Einheit erreicht wird	
				Bis zur Haut	Bis zum Brenn-punkt		Haut	Brenn-punkt	Haut	Brenn-punkt
Induktor	Feststeh.	O. Filter	22,5	25	30	60	140	7	0,25	[illegible]
„	„	3 mm Filt.	22,5	25	30	50	100	5	0,8	10
„	Drehend	O. Filter	20	30	40	120	15	20	8	6
„	„	3 mm Filt.	20	30	40	120	5	10	24	12
Transfor.	Feststeh.	O. Filter	15	30	40	132	220	1	0,6	132
„	„	3 mm Filt.	15	30	40	180	120	1	1,5	180
Induktor	Drehend	O. Filter	15	30	40	120	5	6	24	20
„	Feststeh.	O. Filter	15	30	40	95	161	5	0,59	19
„	Drehend	3 mm Filt.	15	30	40	130	118	5	1,1	26

Tabelle 4.
Intensität im Heizstromkreis 5,8 A. Primärstrom 4—4,5 A. Sekundärstrom 4—4,5 M.-A. Äquivalente Funkenlänge 15—20 cm.

	Antikathoden-distanz	Applizierte Einheiten			
		Feststeh. Röhre		Drehende Röhre	
		Ohne Filter Expos.-Dauer 95 Min.	3 mm Alum. Expos.-Dauer 130 Min.	Ohne Filter Expos.-Dauer 120 Min.	3 mm Alum. Expos.-Dauer 120 Min.
Oberfläche	30 cm	161	118	15	5
In 2,5 cm von der Oberfläche entfernt	32,5 „	50	38	7	1
„ 5 „ „ „ „ „	35 „	22	20	5	0 (?)
„ 7,5 „ „ „ „ „	37,5 „	10	8	15	12
„ 10 „ „ „ „ „ (Brennpunkt)	40 „	5	5	20	10

Die Ergebnisse mit Filterzwischenschaltung sind noch interessanter; denn sie belegen mit Zahlen unsere Kenntnisse über den Einfluß der Filter auf die schädlichen weichen Strahlen, die von der feststehenden Röhre ausgehen. Sie zeigen außerdem die hervorragenden Resultate der sich drehenden Röhre, die bei 3 mm starkem Filter der Haut eine 40mal schwächere Strahlung appliziert als mit dem gleichen Filter die gleiche, aber feststehende Röhre. Im Brennpunkt, d. h. in beträchtlicher Tiefe, erhält man aber mit der drehenden Röhre eine therapeutische Dosis von doppelter Stärke[1]).

Diskussion.

H. Finzi versuchte an der Coolidgeröhre eine Luftkühlung anzubringen in Form einer Pumpe, die Luft auf die Röhre bläst, um so der großen Hitzeentwicklung vorzubeugen, die von der weißrot glühenden Antikathode ausgeht. Die Resultate waren unwesentlich.

Dr. **Ruß** untersuchte das Strahlengemisch der Coolidgeröhre: Er fand weniger weiche Strahlen als bei der gewöhnlichen Röhre. Die harten Strahlen überwiegen und ihre Wellenlänge nähert sich der γ-Strahlung des Radiums. Doch darf man nicht vergessen, daß Prof. Rutherford kürzlich nachgewiesen hat, daß wenig Aussicht besteht, Röntgenstrahlen zu produzieren, die mit γ-Strahlen identisch sind, denn die Wellenlänge der γ-Strahlen ist ungefähr noch 2mal kürzer als die der uns bis jetzt bekannten härtesten Röntgenstrahlen.

G. Réchou, Bordeaux. Die Coolidgeröhre. Paris médical, 2. Juni 1917. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 10.

Réchous Versuche mit der Coolidgeröhre führten ihn zu folgenden Feststellungen: 1. bei konstanter Intensität des Sekundärstromes steigt

[1]) Vgl. die von Hans Meyer 1913 beschriebene „Schwingende Röhre" (Referatenband der Strahlentherapie), die ein Analogon dieser Knoxschen Drehröhre darstellt.

der radiochromometrische Effekt mit der Spannung an den Polen der Röhre, welch letztere an der Funkenlänge gemessen wird. 2. Der einer bestimmten Funkenlänge entsprechende radiochromometrische Effekt bleibt der gleiche, wenn die Intensität des Sekundärstromes von 2 auf 25 Milliampère steigt. 3. Das ausgesandte Röntgenstrahlenbündel ist nicht homogen. Für die Röntgenphotographie bedeutet dies, daß die Röhre immer wieder von Neuem genau wie zuvor einreguliert werden kann. Bei der Durchleuchtung besteht der Hauptvorteil in der Schnelligkeit, mit der während der Untersuchung von weicher zu harter Strahlung übergegangen werden kann und umgekehrt. In der Röntgentherapie kann man mit 1 mm Aluminiumfilter eine Strahlung von 11—12 Benoit erhalten.

Boll u. Mallet.[1] **Über die Coolidgeröhre.** Paris Médical, 27. Okt. 1917. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 12.

Dieser Aufsatz bespricht und berichtigt einige Punkte des von Dr. Réchon in derselben Zeitschrift veröffentlichten Artikels. Die Experimente von M. de Broglie sowie die der Autoren selbst ergaben folgendes:

1. Daß bei konstanter Voltzahl die Strahlenintensität der Coolidgeröhre mit der Milliampèrezahl zunimmt; sie steigt bis zu einem Maximum und fällt dann bis sie gleich Null wird. Es kann vorkommen, daß die Strahlenintensität bei 35 Milliampère 50 mal kleiner ist als bei 5 Milliampère.

2. Die genau gemessene Penetrationskraft der Strahlen kann ohne Filter kaum den Grad von 7 B. übersteigen. Diese Penetrationskraft sinkt langsam mit der Spannung.

3. Das von M. de Broglie erhaltene Röntgenstrahlenspektrum läßt sich dem des Lichtes vergleichen. Das Spektrum der Coolidgeröhre ist das des Wolframs und es unterscheidet sich nicht von Röhren mit Antikathoden aus gleichem Metall.

Ledoux-Lebard u. Dauvillier. Theoretische und experimentelle Untersuchungen über die Grundlagen der Röntgenstrahlendosimetrie. A. Acad. des Sc., 27. Nov. 1916. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 7.

Es wird eine Röntgenröhre von der Art der Coolidgeröhre beschrieben. Die von der Antikathode ausgehende, sehr harte K-Strahlung läßt sich außerhalb der Röhre sammeln unter Ausschluß der wenig durchdringungsfähigen L-Strahlung der Antikathode, sowie jeder anderen von den Antikathoden ausgesandten Strahlung.

Die Antikathode dieser Röhre bestand aus zwei Teilen: aus der eigentlichen Antikathode aus Metall von hohem Atomgewicht, wie Ur, Th, Pt, Wolfram und aus dem sekundären Radiator aus Gold, Blei oder Wismut.

Die Wahl der Metalle wird bestimmt von dem gewünschten sekundären Maximaleffekt im K-Streifen der ursprünglichen Strahlung.

Ledoux-Lebard und Dauvillier wollen das Maximum an hochpenetrationsfähiger Sekundärstrahlung erreichen. Sie empfehlen zu dem Zweck einen Radiator aus Thorium, der von der dem Uranium charakteristischen K-Strahlung erregt wird. Man erhält so Wellenlängen von

0,113 bis 0,151 10^{-8} cm, was ungefähr der durchdringungsfähigsten β-Strahlung des Radiums gleichkommt.

Diese Arbeiten bringen uns der Verwirklichung der Erzeugung von γ-Strahlen in der Röntgentherapie näher, mit dem Vorteil, das gewollte Resultat einfach und relativ schnell zu erreichen, was ja selbst mit großen Radiummengen nicht gelingt.

R. Ledoux-Lebard u. J. Dauvillier, Paris. Theoretische und experimentelle Untersuchungen über die Grundlagen der Röntgendosimetrie. C. R. Ac. Sc., 14. Aug. 1916. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 6.

Die Verfasser bemühen sich, eine möglichst harte und monochromatische Strahlung zu erzeugen. Sie schlagen zu dem Zweck eine Röhre vom Typ der Coolidgeröhre vor mit einem großen, die ganze Antikathode einnehmenden Fokus und mit einer Strahlung, die hauptsächlich aus der charakteristischen Sekundärstrahlung der Serie K nach Barkla und Sadlei besteht.

Zu diesem Zweck benutzen sie 2 erhitzte Wolframspiralen als Kathode und stellen gegenüber eine gekühlte Antikathodenfläche, die ihre divergierende Röntgenstrahlung in eine Glocke aus Metall sendet, dessen Atomgewicht niedriger ist als das Atomgewicht des Antikathodenmetalls.

Die inneren Wände dieser Glocke geben die Sekundärstrahlung nach außen ab.

Das Metall der Antikathode und das der Glocke ist so gewählt, daß die Wellenlänge des Maximums der von der Glocke emittierten Strahlung genau der Wellenlänge der Fluoreszenzemission der Antikathode entspricht.

So erhält man das Maximum der Eigenstrahlung.

Es fragt sich, ob praktisch die durch diese Einrichtung erreichten Vorteile hinsichtlich der Homogenität denen der gewöhnlichen Coolidgeröhre überlegen sind, deren Betrieb auf sehr harte Strahlung eingestellt ist, und wo durch Filter der weiche Anteil der ausgesandten Strahlen eliminiert wird. Es handelt sich hier um die Frage nach dem größten praktischen Nutzeffekt.

Sidney Russ, London. Physikalische Eigenschaften des Simpsonlichtbogens. Proceedings of Roy. Soc. of Med. 9, 4. Febr. 1916, S. 65, 3 Fig. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 6.

Nach einer Darlegung, was unter ultravioletten Strahlen überhaupt zu verstehen ist, rubriziert Russ die Strahlenquellen nach ihrer Produktionskraft. Mit Hilfe besonderer für violette und ultra-violette Strahlen empfindlicher Platten, gelang es ihm, das unsichtbare Spektrum zu photographieren und den Umfang der dasselbe bildenden Strahlung und ihrer Wellenlänge zu bestimmen. So erhielt er das ultraviolette Spektrum des Eisen-, Kupfer-, Silberlichtbogens und stellte fest, daß der Wolframlichtbogen und vor allem das Simpsonlicht die stärkste Quelle für ultraviolette Strahlen ist. Jeder Lichtbogen hat seine Charakteristiken. Der von Simpson entdeckte weist als Besonderheit im Vergleich zu allen anderen ultraviolette Strahlen von der kürzesten Wellenlänge auf. Was die Durchdringungsfähigkeit der Strahlen für Gewebe anlangt, erwies sich

im Experiment, daß das Simpsonlicht in $1^1/_2$ mm frischer Menschenhaut, die auf der photographischen Platte lag, absorbiert wurde.

In der Diskussion wurde durch die Erfahrung zahlreicher Autoren diese Ansicht beseitigt. Schon in gewöhnlichem Papier wird das Simpsonlicht absorbiert. Dr. Sequeira bewies das durch einen interessanten Versuch. Er schnitt aus frischer Menschen- und Froschhaut und aus Papier Buchstaben. Diese legte er auf den Unterarm, umwickelte den Arm mit einer Binde und belichtete mit der Simpsonlampe. Die Strahlen durchdrangen die Watte, aber nicht die Buchstaben. 3 Stunden nach dem Experiment ließ ein Erythem auf der ganzen bestrahlten Oberfläche die Buchstaben in gesunder, weißer Haut sichtbar werden.

Cumberbatch, London. Die Simpsonlampe und die Eigenschaften ihres Lichtes. Proceedings of Roy. Soc. of Med. 9, 4. Febr. 1916, S. 65. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 6.

Die Simpsonlampe besteht aus einem Lichtbogen, der zwischen zwei Wolframantikathoden entsteht. Ein konkaver Spiegel konzentriert die Strahlung in seinem Brennpunkt. Man verwendet zu diesem Zwecke versilberte Quarzspiegel. Das Quarz soll den größten Teil der Wärme absorbieren, die im Fokus während der Bestrahlung Verbrennungen verursachen kann. Der Lichtbogen, zu dem 5—7 A. bei 40—50 V nötig sind, unterscheidet sich vom gewöhnlichen Lichtbogen. Er sprüht und knistert und plötzlich entwickelt sich ein weißer Dampf, den einige Ärzte bei Asthma zum Inhalieren verwendeten. Die Strahlung des Lichtbogens wird entweder ohne Konzentration (diffuse Methode) verwendet, oder indem man sie in einem ziemlich breiten Brennpunkt sammelt (intermediäre Methode) oder auch, indem man den Brennpunkt des Spiegels genau auf die Haut richtet (fokale Methode). Der Simpsonlichtbogen erzeugt die intensivsten uns bis jetzt bekannten ultravioletten Strahlen und seine besondere Wirkung beruht zweifellos überwiegend auf den ihm eigentümlichen ultra-violetten Strahlen von kleinster Wellenlänge.

Der Lichtbogen hat energische biologische Eigenschaften, es genügt eine 2 Minuten währende Bestrahlung bei 30 cm Entfernung vom Lichtbogen (diffuse Methode), um 5—6 Stunden nach der Bestrahlung ein Erythem zu erzeugen, das 1—2 Tage anhält. Bei längerer Bestrahlung kommt es zu Desquamation und Pigmentierung der Haut, ja zu Verbrennung und Ulzerationen. An den Augen ruft das Licht eine schmerzhafte Konjunktivitis hervor. Deshalb ist es unerläßlich, daß Arzt wie Kranker Schutzbrillen tragen. Wie anzunehmen war, durchdringt der Lichtbogen feste Körper nicht und Gewebe nur sehr schwach. Er hat aber große therapeutische Wirkung. Der Verfasser verwendet das Licht mit vollem Erfolg bei ulcus rodens des Gesichtes (2 Fälle), bei Gesichtslupus (5 Fälle) und Ekzem (1 Fall).

Hesnard. Röntgenbehandlung von Nervenverletzungen. Arch. d'Electr. méd., 10. Sept. 1916, S. 273—295 u. 5. Sept., S. 305—233. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 6.

Es handelt sich um eine sehr wertvolle Arbeit.

Technik: Äquivalente Funkenlänge gleich 16 cm (7—9 B.), 2 M.A.,

Bestrahlungsdauer 25 Minuten. Kompression der Gewebe; wenn möglich Kreuzfeuer. Filter von $^1/_{10}$—2 mm Aluminium, je nach der Tiefe der Läsion. Alle 6—10 Tage eine Bestrahlung. Im allgemeinen besteht eine Serie aus 12 Sitzungen, oft ist nach Ablauf eines Monats eine weitere Serie nötig. Bei einigen Fällen trat Erythem auf, in 3 Fällen kam es zu kleinen Ulzerationen.

Klinische Resultate. Von 80 behandelten Fällen wurden 68 gebessert. Gewöhnlich tritt die Besserung nach 8—10 Bestrahlungen ein. Bei den 12 nicht gebesserten Kranken wies die Mehrzahl das Symptom der völligen Unterbrechung der Nervenbahn auf. In 18 Fällen vollständige Heilung mit Dienstfähigkeit (Hesnard gibt 25 eingehende Krankengeschichten).

Experimentelle Untersuchungen. Nach genauester Feststellung der verschiedenen experimentell erzeugten Nervenverletzungen bei Hunden und nachdem bei einer großen Anzahl von Fällen experimentell die verschiedenen Arten der Technik ausprobiert waren, kommt Hesnard zu dem Schluß, daß das Röntgenlicht makroskopisch und mikroskopisch eine wichtige Beeinflussung auf die Nervenläsion ausübt und die Nervenvernarbung begünstigt, indem es die Rückbildung des embryonalen fibrösen Gewebes bewirkt, das der funktionellen Wiederherstellung hinderlich ist.

Schlußfolgerungen. Bei Nervenläsionen sind Bestrahlungen der verletzten Nervenstelle unbestritten jedem anderen Verfahren überlegen, selbst wenn es sich um recht veraltete Läsionen handelt. Kontraindikationen sind: Unzulänglichkeit wegen des tiefen Sitzes der Läsionen, Einschluß der Nerven in Knochenkallus, Läsionen, die auf dem Vorhandensein eines Fremdkörpers beruhen, allzu veraltete Läsionen, vollkommene Unterbrechung der Nervenbahn ohne Anzeichen einer Neigung zur Spontanheilung. Dem Verfasser erscheint bei Nervenverletzungen die Bestrahlung der verletzten Nervenstelle das einzige therapeutische Verfahren zu sein, auf das Nervenläsionen tatsächlich reagieren.

Bordier u. Gérard, Lyon. Was mit Röntgentherapie bei Nervenläsionen nach Kriegsverletzungen erreicht werden kann. Archives d'Electricité médicale et de Physiothérapie, Juli 1917, S. 318—324 u. Presse médicale, 6. Aug. 1917, S. 453—455. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 11.

Seit Juli 1916 haben Bordier und Gérard eine große Anzahl von Nervenläsionen behandelt. Sie verfuhren nach der Bordierschen Methode: 3 Sitzungen an 3 aufeinanderfolgenden Tagen, jede von ungefähr 7 H. pro Sitzung. Nach einem Monat Wiederholung. Sie schätzten die Wirkung nach der elektrischen Erregbarkeit; reagiert der Nerv überhaupt nicht auf galvanischen Strom, so bedarf es auch bei der besten elektrotherapeutischen Behandlung lange Zeit, bis sich die Erregbarkeit wieder einstellt, aber die Röntgentherapie kürzt die Regenerationsdauer für den Nerven so sehr ab, daß sich nach 2—3 Bestrahlungsserien (2—3 Monate) galvanische Erregbarkeit feststellen läßt, wenigstens bei nicht zu alten Läsionen. Von den 15 Beobachtungen der Verfasser beziehen sich einige auf die Folgeerscheinungen nach einer Nervennaht. Bei veralteten Verletzungen läßt sich gewöhnlich keine Heilung mehr erreichen; Mißerfolge

bei frischen Verletzungen führen sie auf eine irreparable Schädigung der Nervenstämme zurück. Nach ihrer Ansicht wäre das Ideal, in jedem Falle den Nerven freizulegen und eine Untersuchung vorzunehmen. Findet sich eine der Chirurgie zugängliche Läsion (Durchtrennung, Kompression), so ist sie sofort zu behandeln; bei anderen Fällen ist man auf die Chancen der Röntgentherapie angewiesen. Bei operierten Fällen muß außerdem frühzeitig bestrahlt werden, was die Heilung bedeutend beschleunigt. Die Autoren sind der Ansicht, daß alle Verwundeten, bei denen jede Erregbarkeit verloren ging, sogleich und für genügend lange Zeit in Spezialbehandlung kommen müssen.

G. Bonnus, Lyon. Die Röntgentherapie bei Affektionen peripherer Nerven infolge von Kriegsverletzungen. Paris Médical, Nr. 15, 8. April 1916. S. 373—375. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 4.

Bonnus gibt eine Statistik von 142 Kranken, die erfolgreich behandelt wurden. Er verfuhr nach Belots Technik: je tiefer die Verletzung, desto intensiver die Bestrahlung. Man appliziert eine Serie von 7—8 Bestrahlungen, wöchentlich 1 Bestrahlung, Härte 7—8 B., Intensität 0,4 M.-A., Distanz 15 cm, Aluminiumfilter von 1 mm Dicke.

Auch bei veralteten Verletzungen trat von der 4.—5. Bestrahlung ab eine bedeutende Besserung ein. Die Schmerzen ließen nach, die Bewegungsfähigkeit stellte sich wieder ein.

Degrais u. A. Bellot, Paris. Radiumbehandlung der Folgeerscheinungen von Kriegsverletzungen. Presse médicale, 3. Mai 1917, S. 253—255. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 11.

1. Die Narbe hindert oder beschränkt die Bewegungen infolge anormaler Organisation des in Reparation befindlichen Gewebes (wuchernde Narbenkeloide, schmerzende Narben, mit der Unterlage verwachsene Narben). Von 100 Fällen wurden 65 geheilt, von 100 ungünstig liegenden Fällen wurden 50 gebessert. — Bei wenigstens 10 mg Radium pro Kubikzentimeter, gefiltert durch 1—2 mm Blei, Bestrahlungsdauer 24—48 Stunden, reichen gewöhnlich 2—3 Bestrahlungen aus.

2. Wunden mit schmerzhafter Neuritis, Bewegungsbehinderung bedingt durch Schmerzen. Wird der Nerv in der Narbe gedrückt, ist die Behandlung die gleiche wie oben beschrieben. Im anderen Falle wird mittleres Filter bei kürzerer Bestrahlungsdauer angewandt. Denn man erstrebt ja hier nicht die Umwandlung des neugebildeten Gewebes, sondern eine analgesierende Wirkung.

3. Der Zustand der Haut macht den Verwundeten bewegungsunfähig, sei es infolge eines Traumas oder infolge zu häufiger Anwendung reizender Medikamente. (Ekzem, Dermatitis usw.). Unter mehr als 100 Fällen, die anderen Behandlungsmethoden widerstanden, wurden die meisten nach verhältnismäßig kurzer Zeit geheilt, und zwar durch Applikationen von Apparaten mit großer Oberfläche, die 1—5 mg Radium pro Quadratzentimeter enthalten, ohne jedes Filter. Bestrahlungsdauer anfangs 5—10 Minuten, später 3—4 Minuten. Gewöhnlich genügten 3—6 Bestrahlungen in Abständen von 4—7 Tagen.

A. Laborde, Paris. Wirkung der Radiumstrahlen auf Kriegsverletzungen. Paris Médical Nr. 15, 8. April 1916. Ref. im Jour. de Radiol. 2, Nr. 4.

Laborde verwendete die Dominicimethode (durch 0,5 mm Schwermetall gefilterte Strahlen) bei 168 Verwundeten. Es handelte sich um folgende Affektionen: Lähmung peripherer Nerven, schmerzhafte Neuritiden, infolge Narbengewebe mit Störung der elektrischen Erregbarkeit schmerzhafte Narben und Keloide, adhärente Narben mit funktioneller Störung, nicht vernarbte Wunden.

Laborde verwendet Silberröhrchen von 0,5 und 1 mm Wandstärke und Platintuben von 0,5 mm Dicke, gefüllt mit je 25—50 mg reinem kristallisierten Radiumbromid. Diese Tuben liegen in einer Kautschukhülle von 2 mm Dicke, die wiederum eingewickelt ist in eine 5 mm dicke Gazeschicht. Alle 5 Tage 2—3 stündige Bestrahlung.

Von 34 peripheren Lähmungen wurden 9 geheilt, 18 blieben ohne Besserung. Bei Neuromenbehandlung wurden keine Erfolge erzielt.

Es scheint nicht, daß das Radium eine analgesierende Wirkung ausübt, aber die Resorption des Narbengewebes wird erleichtert, der Druck auf die schmerzenden Nervenstämme nimmt infolgedessen ab.

Mehrere Monate bestehende Lähmungen mit Entartungsreaktion werden in einigen Wochen geheilt. Dies beweist, daß der Nerv seine elektrische Leitfähigkeit verlieren kann ohne degeneriert zu sein.

Bei schmerzenden Narben lassen die Schmerzen nach. Jeder günstige Fall heilt nach 6—8 3stündigen Bestrahlungen. Die Geschmeidigkeit und die Erweichung und die Resorption des narbigen Gewebes scheint auf eine direkte Einwirkung der Radiumstrahlen zu beziehen zu sein. Frau Laborde ist der Ansicht, daß die Radiumtherapie in der Physiotherapie der Kriegsverletzungen nicht fehlen sollte.

Barcat, Paris. Radiumtherapie bei Kriegsverletzungen. Progrès médical, 20. Mai 1916. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 4.

Der Verfasser gibt ein Verzeichnis der Arbeiten der französischen Schule über die biologischen und therapeutischen Eigenschaften des Radiums, auf Grund deren es bei der Behandlung von Kriegsverletzungen, bei atonischen Wunden, chronischen Fisteln, Keloiden, schmerzhaften Narben, traumatischen Neuritiden in Betracht kommt. Barcat bringt keine eigenen Beobachtungen, aber er referiert eingehend eine Arbeit von Dr. Cameron, der 47 Fälle in den Londoner Militärhospitälern mit Radium behandelte.

Barcat, Paris. Ein Jahr Radiumtherapie im Militärdienst. Société des chirurgiens de Paris, 14. Sept. 1917, Presse Médicale, 20. Sept. 1917. Ref. im Jour. de Radiol. d'Electrol. 2, Nr. 12.

Barcat teilt seine Heilerfolge bei 4 großen Kategorien von klinischen Fällen mit, die er behandelte. Es handelte sich um schmerzhafte und zu krankhaften Veränderungen führende Narben, atonische Wunden, Dermatitiden und Fisteln. Mit der Narbenbehandlung hängt die der Nervenkompressionen und traumatischen Neuritiden zusammen. Barcat beschreibt sein Instrumentarium und seine Technik.

Er behandelte 110 Fälle von Narben. Von den Narben, die Bewegung behinderten, wurden 45 günstig beeinflußt. — Bei Narben, die mit den Sehnen verwachsen sind, löst sich die Adhäsion nahezu ganz. Bei Narbenkeloiden sind die Resultate verschieden. Bei Narben im Verlaufe eines Nervenstammes beobachtete Barcat bei 14 Fällen keine schnelle Besserung der begleitenden Parese oder Lähmung, ebensowenig bei 6 Fällen von Neuromen.

Bei 26 schmerzhaften Narben mit diffuser Hyperästhesie erzielte Barcat bei 14 Fällen Heilung, bei 6 Besserung, 6 blieben unbeeinflußt (letztere waren allerdings als Simulanten verdächtig). Von 7 Fällen mit lokalisierter Hyperästhesie infolge Narbenbildung wurden 3 geheilt.

Von 30 Neurodermatiden wurden 30 geheilt.

Bei den atonischen Wunden waren die Erfolge zufriedenstellend. Von 52 Fällen wurden nur 6 ungeheilt entlassen.

Auch 47 Fisteln wurden behandelt. Das Ergebnis war:

Von 37 Fisteln knöchernen Ursprungs wurden 12 geheilt.

Von 10 Weichteilfisteln wurden 6 geheilt.

Bonnus, Chartier u. Rose. Radiotherapie bei den Nachwehen der Meningoencephalitis infolge von Trauma des Schädels. Bull. Acad. Méd., 77, Nr. 15, 27. März 1917. S. 419. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol.

Die Verfasser haben früher über die Bestrahlung von traumatischen Läsionen des Rückenmarkes und seiner Umhüllungen berichtet, nachdem sie zuvor die Vortrefflichkeit ihres Verfahrens zur Besserung der Rückenmarkserkrankungen festgestellt und veröffentlicht hatten.

Die jetzt veröffentlichten sehr ermutigenden Resultate, wurden während $1^1/_2$ Jahren beobachtet. Sie beziehen sich auf die Behandlung von folgenden Affektionen:

1. Lokalisierte oder reflexive Phänomene als Folge von Hirnhautverletzung.
2. Jacksonsche motorische und sensible Epilepsie sowie die Erscheinungen der Reflexepilepsie.
3. Bestimmte Fälle spastischer Paralyse, verursacht durch oberflächliche Zentralläsion.

Sie wenden folgende Technik an: Chabaudröhre, Antikathode in 5 cm Entfernung, Strahlungshärte 7° B, 1 mm Aluminiumfilter, jede Bestrahlung zu 1—$1^1/_2$ H, Serien zu 6—7 Sitzungen, wöchentlich eine Bestrahlung, Gesamtdosis 7—10 H.

Die Verfasser glauben an eine elektive Wirkung auf den Vernarbungsprozeß und nehmen an, daß bei Hirnhautverletzungen mit nicht zu festen und zu veralteten Verwachsungen, deren Lösung eintritt. Bei Gehirnverletzungen ist die Röntgentherapie natürlich machtlos.

Leriche, Lyon. Sterilisation infiltrierter Wunden durch die Sonne. Société de Chirurgie, Sitzung vom 16. März 1917. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol.

Es ist unbedingt nötig, der Sonnenbestrahlung eine möglichst gründliche mechanisch-chirurgische Reinigung der Wunde vorangehen zu

lassen. Dann aber verwandelt die Sonnenkur das äußere Aussehen der Wunde vollkommen.

Bei intensivem Sonnenlicht erscheinen nach 5 Minuten auf der Wunde rote Punkte, bald darauf sondert sich eine seröse rötliche Flüssigkeit ab, ähnlich dem Blutserum. Dann reinigt sich die Wunde, nimmt eine schöne lebhafte rote Färbung an, bei Berührung beginnt sie sofort zu bluten. Man hat den Eindruck, als ob sich in der übergefäßreichen Wundfläche embryonale Kapillaren bildeten. Bei mangelhafter chirurgischer Reinigung kommt der Erfolg langsamer zustande und erst nach 3—4 Bestrahlungen stoßen sich die nekrotischen Fetzen ab. Während die Absonderung vor sich geht, bedecken sich die Ränder mit fibrinösem Gewebe, unter dem sich lebhafte Granulationen bilden. (Die Reinigung läßt sich durch milde Seifenwaschungen usw. unterstützen.) In allen Fällen gehen die Schwellungen stets nach einigen Tagen zurück, die Wunde sieht ausgezeichnet aus und ist mit kleinen roten schnellwachsenden flachen Granulationen bedeckt, wie man sie sonst bei keiner Wunde sieht.

Zusammen mit Frl. Mendeleef hat Leriche die bakterizide Einwirkung des Lichts untersucht: in den günstigsten Fällen (frische, entsprechend gereinigte Wunden) erfolgte Sterilisation in 48 Stunden nach zweimaliger Bestrahlung (30′ und 2 h. 30′). Bei weniger günstigen Fällen (frische Wunden, jedoch mit Taschen und Gängen usw.) waren 4—6 Tage nötig. Alte Wunden endlich brauchten länger. Die einmal erzielte Sterilisation ist von Dauer und Sekundärnähte können bald gelegt werden.

Der Vorgang bei der Sterilisation scheint folgender zu sein: 1. Durch das reichliche Nässen erfolgt gründliche Abspülung der Wunde. Die mikroskopisch untersuchte Flüssigkeit ist je nach dem Alter der Wunde, der Dauer der Sonnenbestrahlung usw. voll von Mikroben oder auch von Phagozyten, die mit Mikroben vollgestopft sind. 2. Anregung der Phagozytose.

Die Schnelligkeit der Wirkung hängt von der Mikrobenart ab.

Über die Technik macht Leriche die zwei folgenden Bemerkungen: Die Heliotherapie muß in kleinen progressiven Dosen angewandt werden. Bei matter Sonne können die Wunden ohne Komplikation lange bestrahlt werden. Aber bei greller Sonne darf in den ersten Tagen nicht länger als 15 Minuten exponiert werden, sonst kommt es zu lokalen Erythemen und sogar zu Allgemeinerscheinungen (Temperatur, heftige Kopfschmerzen usw.). 2. Die Wunden müssen entsprechend chirurgisch behandelt werden. Unterlassung der chirurgischen Therapie führt zum Mißerfolg. Die Wunde muß breit eröffnet sein.

J. Vallot. Beschreibung einer Vorrichtung, durch welche Verwundete und militärische Rekonvaleszenten im Winter mit intensiver Heliotherapie behandelt werden können. C. R. Ac. Sc., 12. April 1915. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 4.

Sinkt die uns umgebende Temperatur unter das Mittel, dann verringert sich die Lichtwirkung; das bedingt die Schwierigkeit, Heliotherapie im Winter zu treiben. Um befriedigende Erfolge zu erreichen, muß das Heliothermometer wenigstens 35° zeigen.

In Nizza ist die Wärmestrahlung der Sonne bei gutem Wetter im

Sommer und Winter infolge der Reinheit der Luft im Winter und der Luftströmungen im Sommer gleich. Die chemische Strahlung aber wird im Winter wegen der großen Dichte der zu durchdringenden Atmosphäre um die Hälfte verringert. Deshalb ist es praktisch, im Winter die ganze Himmelsstrahlung für die Sonnenkur zu benutzen (die diffuse Strahlung des Himmelsgewölbes beträgt $^1/_3$ der totalen Strahlung).

Aus diesen Gründen lehnt der Verfasser die Heliotherapie bei geöffneten Fenstern ab. Er baute statt dessen kleine Zellen, die sich stets nach der Sonne wenden lassen und die aus drei 2 m hohen vertikalen weißen Leinenwänden bestehen. Die Rückwand, gegenüber der Sonne, ist 1 m breit, die Seitenwände haben eine Breite von 1,60 m. Diese öffnen sich gegen die Rückwand im stumpfen Winkel (110⁰). Das Dach fehlt in diesen Kammern.

Zeigt das Heliothermometer in freier Luft 27,2⁰, so steigt es in der Zelle auf 40,8⁰. Die chemische Totalstrahlung (direkt und diffus) ist gleich der im Freien und die totale Wärmestrahlung beträgt 2,9 Kalorien statt der im Freien gemessenen 1,60 Kalorien.

Der Verfasser errichtete im Hospital zu Nizza eine Anlage von 7 solcher Zellen.

Grangée. Heliotherapie der Kriegswunden. Paris Médical, 25. Dez. 1915. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 4.

Grangée beschreibt die in einem Solarium erzielten Erfolge und teilt seine zahlreichen dabei gemachten Beobachtungen mit. Er bevorzugt die Heliotherapie besonders bei Frakturen, Fisteln und torpiden Wunden ohne Vernarbungstendenz.

Ihm fiel auf, daß die Narben weit weniger adhärent und niemals schmerzhaft sind, die Kallusbildung bei Frakturen ist nie übermäßig, die Knochen konsolidieren schnell und Knochensplitter eliminieren sich spontan ohne chirurgischen Eingriff.

Bei schweren Traumen verursacht die Heliotherapie jedoch Entzündungserscheinungen und Temperatursteigerung und es ist daher vorzuziehen, zunächst 2—3 Wochen abzuwarten, bevor man mit der Heliotherapie beginnt.

Bei Fisteln erzielt die Heliotherapie ohne chirurgischen Eingriff schnellere und bessere Erfolge. Schließlich regenerieren Substanzverluste bei torpiden Ulzerationen rasch.

Miramont de Laroquette, Algier. Biologische Wirkung des Sonnenlichtes. Sonnenkuren Verwundeter im Winter. Gaz. méd., 19. Januar 1916. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 6.

Der Verfasser glaubt, daß die biologische Wirkung des Lichtes nicht nur von den chemischen Strahlen ausgeht. Alle Teile des Spektrums scheinen nützlich und die Verwendung der Gesamtstrahlung hat die beste therapeutische Wirkung. Am wirksamsten sind jedoch die leuchtenden Strahlen, sie sind zugleich die durchdringungsfähigsten. Unter diesen haben wieder die gelben die größte biologische Wirkung.

Für die Therapie kommt es auf die biologische Wirkung an, die bakterizide folgt erst in zweiter Linie.

Die Sonnenkur kann auch im Winter angewandt werden, der Kranke kommt in ein gut ventiliertes Glashaus nach Art eines Gewächshauses mit beweglichen Dächern, bei einer Temperatur von ungefähr 27°. Das durch das Glas filtrierte Licht behält seine biologische Wirkung.

Bordier. Praktische Dosierung des Sonnenlichtes in der Phototherapie. Acad. de méd. de Paris, 15. Febr. 1916. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 7.

Statt der Glasfilter, die für ultraviolette Strahlung nur wenig durchlässig sind und die die leuchtenden und die Wärmestrahlen nicht absorbieren, empfiehlt der Verfasser Holzrahmen, in die mehr oder weniger großmaschiger Tüll gespannt ist, je nach dem zu erzielenden Effekt. Indem man die Distanz des Schirmes zur Haut variiert, erhält man eine vorzügliche Abstufung der Quantität der absorbierten Strahlen und man vermeidet auf alle Fälle so die schädigenden Wirkungen des intensiven Sonnenlichtes bei direkter Applikation.

Luisi, Montevideo. Schulen im Freien. Revista Medica del Uruguay, XX. 2, Nr. 227, Februar 1917, S. 119. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 11.

Luisi beschreibt die bemerkenswerten Erfolge seit der Schaffung von Schulen im Freien für schwächliche Kinder. Außer der Luftkur an sich, spielen bei der Hebung schwacher Gesundheit natürlich peinliche Hygiene, Regelmäßigkeit der Lebensführung und gute Ernährung eine große Rolle. Im Ausland entwickelt sich das System mehr und mehr; in Rom bestehen ambulante Schulen, andere sind nach dem peripathetischen System eingerichtet. In New-York werden sie häufig auf den Terrassen der Wolkenkratzer eingerichtet. Die sehr lobenswerte Bestrebung muß in jeder Weise unterstützt werden; denn der Einfluß auf die Volksentwicklung ist groß und das Stadtkind wird dadurch der mangelhaften Hygiene seines häuslichen Lebens entzogen.

G. F. Gaarenstroom, Amsterdam. Sarkome und Röntgenstrahlen. Arch. of Radiol. and Electrotherapy Nr. 197, Dezember 1917; Presse médicale, 23. Aug. 1917. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 12.

Im Laufe der Jahre 1914—15 behandelte der Autor im Universitätskrankenhaus zu Amsterdam 23 Sarkome mit Röntgenstrahlen, und in seiner Arbeit veröffentlicht er seine Resultate.

Es handelte sich um Sarkome der verschiedensten Körperstellen mit ganz verschiedenartiger histologischer Struktur; Rundzellensarkome, Melanosarkome, Osteosarkome u. a. m.

Die meisten Kranken waren zuvor chirurgisch behandelt und für inoperabel erklärt worden, entweder wegen der Größe des Tumors oder wegen der Metastasen und Rezidive. Trotzdem wurden einige Kranke abermals partiell operiert und der chirurgische Eingriff jedesmal mit Röntgenbehandlung kombiniert: harte Strahlen und Aluminiumfilter.

Die Resultate, die bei den verschiedenen Kategorien von Sarkomen erzielt wurden, waren folgende:

Die 12 Rundzellensarkome wurden alle sehr günstig durch die Röntgenbestrahlung beeinflußt. Einige Sarkome verschwanden vollkommen, bei anderen Kranken kam es zu lokaler Besserung oder gar zur klinischen Heilung. Aber nach einigen Monaten traten doch Metastasen auf, die den Exitus herbeiführten.

Drei Sarkome mit fusiformen Zellen erwiesen sich als weniger deutlich radiosensibel, doch wurde bei 2 Fällen Besserung erzielt.

Tumoren mit polymorphen Zellen reagierten nicht günstig. Dieses Ergebnis ist jedoch nicht als ein absolut feststehendes zu betrachten, denn es existieren in der Literatur gewiß Fälle von polymorphzelligen Sarkomen, die durch Röntgenbehandlung gebessert wurden.

Über die Melanosarkome gehen die Ansichten auseinander. Einige Autoren behaupten, sie seien sehr radiosensibel, andere behaupten das Gegenteil. Diese Widersprüche dürften auf der Struktur dieser Sarkome beruhen, die ebensowohl aus großen Rundzellen von alveolärem Bau wie auch aus fusiformen oder polymorphen Zellen bestehen können. Gaarenstroom ist überzeugt, daß die histologische Untersuchung das beste Kriterium zur Bestimmung der Radiosensibilität dieser Tumoren ist.

Castell. Zwei durch Röntgentherapie geheilte Zungenkarzinome. Andalucia médica, 7. Juni 1916. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 10.

Castell behandelte einen 41 Jahre alten Kranken mit einem seit $1^1/_2$ Monaten bestehenden kleinen Zungenulkus, das als Karzinom angesehen wurde, mit harten gefilterten Strahlen. Nach zweimonatiger Behandlung war die Läsion verheilt. Der andere Fall ist noch bemerkenswerter; denn Castell erreichte bei einem 46jährigen Syphilitiker und Raucher vollkommene Heilung. Bedauerlicherweise konnte keine mikroskopische Untersuchung gemacht werden und leider werden Einzelheiten der angewandten Technik, insbesondere die applizierten Einzeldosen sowie die Gesamtdosis nicht angegeben.

Carro. Radiumbehandlung maligner Rektumtumoren. Medicina y libros medicos, Mai 1915. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 5.

Der Verfasser bespricht einen von Prof. Pellizari in der medizinischen Akademie zu Florenz veröffentlichten Fall.

Der sehr heruntergekommene Kranke litt an einem Adenokarzinom, das ungefähr 8 cm vom Anus saß. Fieber, bedeutende Abmagerung; chirurgischer Eingriff unmöglich.

Das Radium wirkte sofort; Gewichtszunahme 12 kg. Der Tumor ist kleiner geworden aber nicht verschwunden.

P. Michaux, Paris. Radiumbehandlung eines Epithelioms der rechten Wange mit Metastasen. Bull. et Mém. de la Soc. de chir., 9. Aug. 1916. S. 2001—2007. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 7.

Bei der Kranken handelt es sich um eine Krebsgeschwulst der rechten Wangengegend, um einen metastatischen Knoten in der linken Wange und um eine Drüsenmetastase an der linken Halsseite. Die Kranke war

hoch kachektisch. Die Behandlung war folgende: an der prominenten Stelle des Tumors wurde während 6 Tagen ein Silberröhrchen mit 48 mg reinem Radiumsulfat eingeführt. Nach 6 Wochen trat schnelle Rückbildung des Neoplasmas ein, die noch weitere Fortschritte macht. Der metastatische Knoten wurde sofort mit derselben Tube behandelt. Nach 4 Wochen zeigte sich auch hier eine sehr bedeutende Rückbildung.

Allgemein betrachtet wurde durch die Behandlung auf völlig gefahrlose Art eine beträchtliche physische und moralische Erleichterung erreicht.

Recasens, Madrid. Die Radiumtherapie bei Uteruskarzinom. Revista espagñola de Electrologia y radiologia médicas 49, Juli 1916, S. 289. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol.

Der Verfasser teilt in dieser Arbeit seine im Verlauf einer langen persönlichen Erfahrung erzielten Resultate mit und gibt eine Zusammenstellung von 106 mit Radium behandelten Fällen. Er kommt dabei zu folgenden Ergebnissen:

1. Inoperable Cervixkarzinome werden mit gutem Erfolg mit Radium behandelt. (Dauernde Besserung oder Heilung.) Die einzige Gegenindikation besteht in Kachexie oder dem völligen körperlichen Verfall der Kranken.
2. Inoperable Korpuskarzinome können gebessert und sogar geheilt werden.
3. Beginnende Zervixkarzinome können durch Radiumbehandlung klinisch geheilt werden.
4. Bei operablen Uteruskarzinomen leistet die postoperative Bestrahlung große Dienste.
5. Recasens glaubt, die Kombination mit Röntgenbestrahlung sei in allen Fällen obligatorisch, so daß die Radiumtherapie stets gleichzeitig mit der Röntgentherapie anzuwenden sei. Die erforderliche Dosis beträgt wenigstens 2000 X, will man wirklich kräftig auf Drüsenmetastasen einwirken, die immer mit großer Schnelligkeit bei Zervixkarzinomen eintreten.
6. Auch die Diathermie kann mit Vorteil zur Behandlung herangezogen werden.
7. Was die neuen Behandlungsmethoden, die als besonders wirksam gerühmt werden, wie die Organotherapie, die Fermentbehandlung, die Behandlung mit Kolloiden, anlangt, so glaubt der Verfasser, daß sie sich noch nicht genügend bewährt haben, als daß man sich bei der Behandlung einer so schweren Erkrankung allein auf sie verlassen kann, vor allem nicht, wenn ein solch wirksames Heilmittel wie die Bestrahlung es darstellt, zur Verfügung steht.

Piga u. Ferran, Madrid. Malignes, doppelseitiges Mammakarzinom mit Röntgen- und Radium behandelt. Revista Española de Electrologia y Radiologia Médicas, April-Mai 1917, Nr. 56, S. 150. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 11.

Die Verfasser beschreiben einen Fall von gut operiertem und intensiv mit Röntgenstrahlen behandeltem Mammakarzinom mit tödlichem Ausgange bei einer jungen schwangeren Frau. Nach einer rechtsseitigen

Operation griff das Rezidiv nach 3 Monaten auf die andere Seite über und führte schnell zum Tode der Kranken. Aus dieser Erfahrung folgern die Autoren zweierlei. Da sie zunächst einen ursächlichen Zusammenhang annehmen zwischen der Schwangerschaft und dem Fortschreiten der Erkrankung (einen solchen Zusammenhang haben auch schon andere Kliniker bestätigt), schlagen sie vor allem Kastration der Frau vor, einerlei ob durch chirurgischen Eingriff oder durch Bestrahlung, um den gewöhnlich tödlichen Ausgang bei der schwangeren Frau zu verhindern. Zweitens empfehlen sie bei einseitigem Karzinom mit größter Sorgfalt auf Drüsenschwellungen der gesunden Seite zu achten und im Zweifelsfalle zu handeln als ob ein Tumor vorhanden wäre, auch wenn keinerlei klinischer Befund vorliegt, also Röntgenbehandlung auch der scheinbar gesunden Brustseite vorzunehmen.

Nood u. Prime, London. Radiumwirkung auf Tumoren. Annals of Surgery, Dez. 1915, Nr. 6. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 11.

Die Verfasser berichten über ihre experimentellen Untersuchungen an Neoplasmen bei Mäusen und Ratten. Sie kommen zu der Ansicht, daß die Röntgenwirkung auf Neoplasmazellen das Resultat ist von Bestrahlungsdauer, Strahlungsentfernung und der Menge der radioaktiven Substanz. So wurden nach 45 Minuten Neoplasmazellen zerstört bei einer Entfernung von 1 mm mit einem Strahlungsgemisch von β- und γ-Strahlen, das von 100 mg Radium emittiert wurde, erst nach 60 Minuten durch 80 mg, in 3 Stunden durch 17 mg und in 5 Stunden durch 10 mg. Bei allen Bestrahlungsmethoden beobachteten die Verfasser deutliche Hemmung des Zellwachstums, einerlei wie groß die applizierte Dosis war.

Russel H. Boggs. Lokale Radiumbehandlung in Kombination mit Röntgentherapie. The American Journal of Roentgenology, Februar 1916, S. 92—101. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 4.

Boggs stellt allgemeine kritische Betrachtungen über die malignen Tumoren, die Indikationen ihrer Behandlung, sowie die Wichtigkeit der Bestrahlungen an und bespricht den Vorteil, den meistens die Kombination von Radiumtherapie mit Röntgentherapie bietet; denn bis heute sind die radioaktiven Substanzen nur in viel zu kleinen Mengen verfügbar, als daß sie anders als rein lokal verwendet werden könnten. Ihr Wirkungskreis reicht nicht über 2—3 cm hinaus. Die moderne Technik liefert uns andererseits mit ihren Röntgenröhren Strahlenquellen, die man schätzungsweise als einer Masse von 90—95 g Radium gleichwertig annehmen kann.

Boggs berichtet ferner über seine Erfahrungen bei der Radiumbehandlung des Uteruskrebses. Er behandelte 14 Fälle (4 waren von Anfang an inoperabel, 10 waren Rezidive) mit ausgesprochener Besserung in 12 Fällen (3 Fälle wurden klinisch geheilt, 2 Tumoren verschwanden nahezu vollkommen), bei 2 Fällen trat keine nennenswerte Veränderung ein.

Beim Karzinom des Rektums, der Blase und vor allem der Zunge konnte Boggs keine so günstigen Resultate erzielen.

Frank E. Simpson. Radiumbehandlung bei zirkumskripten Lymphangiomen. The Journal of the American medical Association, 25. März 1916, S. 949—950. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol 2, Nr. 4.

Eine 21jährige Kranke mit einem ausgedehnten, wahrscheinlich angeborenen Lymphangiom am rechten Gesäß wurde durch Radium vollständig mit ästhetisch einwandfreiem Resultat geheilt.

C. Comas u. A. Prio, Barcelona. Heilung eines riesigen angiomatösen Gesichtstumors durch Röntgenstrahlen. Rev. Española de Electrologia y Radiologia médicas, Jan. 1917, Nr. 55, S. 86. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 10.

Es handelt sich um ein 7jähriges Mädchen, bei dem einige Tage nach der Geburt eine leichte Schwellung der rechten Submaxillarregion auftrat. Der Tumor griff bald auf die Halsregion über, er wuchs zu riesigen Dimensionen an. Anfangs wurde er mit einer Drüsenschwellung verwechselt, die vergeblich mit den gebräuchlichen Medikamenten behandelt wurde. Nach einem Jahr kam die kleine Kranke in die radiotherapeutische Klinik, wo die Diagnose auf Lymphangiom gestellt wurde. Es wurden 2 Monate lang wöchentlich dreimalige Radiumbestrahlungen angewandt, dann wurde das Kind, um die Rückbildung zu beschleunigen, mit Röntgenstrahlen behandelt. Der in Felder eingeteilte Tumor wurde von 1912—1915 in immer größer werdenden Intervallen mit jeweils 3—5 H das Feld bestrahlt. Es kam zu keinen Komplikationen; vollständige und dauernde Heilung wurde erzielt.

Chevirer u. Bonniot. Röntgenbehandlung der Osteome. Kurative und präventive Behandlung der Osteome bei Ellenbogenluxationen. Bull. Soc. Chir., 25. Okt. 1917, 43, Nr. 31. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electol. 2, Nr. 12.

Die Verfasser veröffentlichen 2 Fälle von posttraumatischen Osteomen, bei denen durch die Röntgentherapie der Tumor künstlich zur Resorption gebracht werden sollte, wobei der eine Tumor vollständig, der andere nahezu verschwand. Angewandt wurde folgende Technik: einmal wöchentlich Röntgenbestrahlung mit 3 H, 6—10 mm Aluminiumfilter, Strahlenqualität 7 B. Der Erfolg trat nach 5 Monaten ein.

Bei solitären und scharf begrenzten Osteomen empfehlen die Autoren folgende Technik: 6 Wochen vor der Operation Röntgenbestrahlung, dann Operation und darauf abermals, postoperativ, Bestrahlung.

Ist es zu Osteomen bei Ellenbogenluxationen gekommen, dann ist die Röntgentherapie die Methode der Wahl und haben sich noch keine Osteome gebildet, so sollte präventiv bestrahlt werden.

Die Autoren formulieren ihre Ansicht folgendermaßen: „Alle eingerichteten Ellenbogenluxationen sollten frühzeitig und präventiv mit Röntgenlicht behandelt werden. Dadurch vermeidet man alle sekundären Osteome und die damit verursachte Gebrauchsunfähigkeit des Gliedes."

Beuttner. Röntgenbehandlung von Uterusmyomen und hämorrhagischen Metropathien und deren Ergebnisse. Rev. méd. de la Suisse romande, 20 Sept. 1916, S. 553. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 6.

Myome: 32 Fälle (im Alter zwischen 27 und 50 Jahren). Bald Amenorrhoe ohne Volumenveränderung, bald Amenorrhoe und Verkleinerung des Tumors, bald Wiedereintritt normaler Menses und Schrumpfung. Beuttner sah nie eine Hautschädigung, die schwächste Gesamtdosis betrug 43, die höchste 444 X. Er nimmt an, daß die Strahlen nicht nur auf die Ovarien wirken, sondern auch auf den Tumor und die ungleichen Ergebnisse der Therapie führt er auf die Verschiedenartigkeit in der histologischen Struktur zurück.

Hämorrhagische Metropathien: 12 Fälle (im Alter von 27 bis über 50 Jahren). 7 Kranke wurden amenorrhoisch, bei den anderen 5 kam es wieder zu normaler Menstruation.

Mißerfolge. Bei verschiedenen Fällen trat nach einiger Zeit wieder normale Menstruation ein, was als günstiges Ergebnis, nicht als Mißerfolg aufzufassen ist. Bei einem Fall wuchs der Tumor deutlich, bei einem anderen Fall war die Röntgenbestrahlung nur als augenblickliches Palliativum angewendet worden, um nach gebessertem Allgemeinbefinden die Operation zu ermöglichen. Zwei Patientinnen ließen sich von einem anderen Chirurgen operieren. Im ganzen wurde nur 4 mal die Myomoperation vorgenommen.

Operation oder Röntgentherapie. Für die Radikaloperation findet Beuttner höchstens noch in der sozialen Lage der Kranken eine Indikation, wenn die Heilung in der kürzesten Zeit hergestellt sein soll. Ist aber der Allgemeinzustand so schlecht, daß er keinen Eingriff erlaubt, so ist Röntgenbehandlung das Gebotene.

Stern, New York. Röntgentherapie der Uterusmyome. American Journal of obstetric 72. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 10.

Stern gibt eine Statistik von 75 Fällen mit außerordentlich guten Resultaten. Er kommt zu folgenden Schlußfolgerungen.

1. Die Röntgentherapie ist bei richtiger Technik vollkommen unschädlich.

2. Will man vollkommene Amenorrhoe erreichen — was übrigens meist nicht nötig ist — so gibt man gleich große Dosen, die schneller und besser als Teildosen wirken.

3. Die Röntgentherapie verhindert spätere Schwangerschaft nicht.

4. Für die Röntgenbehandlung eignen sich alle Myome. Nach Stern werden 100% dadurch geheilt, und zwar um so leichter, je früher sie zur Behandlung kommen.

Pfender, Chirurgischer Eingriff oder Röntgenbehandlung bei Uterusmyomen und Metropathien. Medical Record, 1. April 1916, S. 596—600. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 6.

Eine sehr gute allgemeine Übersicht zeigt die immer größer werdenden Erfolge der Röntgentherapie und wie diese Behandlungsmethode auch bei Fibromen und Metropathien immer häufiger Anwendung findet.

Erwähnt sei, daß die vom Verfasser gegebene Statistik ungefähr 5% operative Sterblichkeit bei insgesamt 600 Eingriffen bei Fibromen angibt und die Zahl der sarkomatösen Degeneration des Myoms auf weniger

als 2% beziffert, eine Zahl, die sehr zu Gunsten der Röntgentherapie spricht.

Fiorini u. Zironi, Cremona. Immunisations- und Bestrahlungsphänomene der Milz. Revista española de electrologica y radiologia medicas, April 1916, S. 145—155. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 5.

Manoukhine hatte geglaubt, daß schwache Röntgenbestrahlung der Milz, vermöge einer Wirkung auf die Leukozytolyse, das Serum in einer Weise zu modifizieren vermöge, daß Tuberkulose oder andere Infektionskrankheiten dadurch beeinflußt würden.

Indem die Autoren genau die gleiche Technik anwandten, kommen sie im Gegenteil zu folgendem Schluß: in vitro sind die Agglutinationsfähigkeit und die Komplementablenkung bei bestrahlten und unbestrahlten Tieren gleich. In vivo zeigte keiner der behandelten Fälle von Tuberkulose eine nennenswerte Besserung, die sich auf die Bestrahlung zurückführen ließe.

Sie sind der Ansicht, daß auch bei hohen Dosen, die alle 3—4 Tage auf Milz oder Leber appliziert werden, die Immunisationsphänomene und die Entwicklung der Tuberkulose durch Röntgenbehandlung nicht beeinflußt werden.

Lorenzo Coleschi, Rom. Milzbestrahlung bei Lungentuberkulose nach dem Vorschlag von Manoukhine. (La Radiologia Medica 4. Okt. 1917.) Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 12.

Im Jahre 1913 beobachtete Manoukhine, als er die Milz eines mit Hammelblut behandelten Kaninchens bestrahlte, daß er ein 50 mal stärker aktives, hämolytisches Serum erhielt, als aus dem Blut eines nicht bestrahlten Tieres. Bei cholera- und typhusgeimpften Kaninchen bekam er das nämliche Resultat. Spritzte er Affen Tuberkelbazillen ein, so waren die bei der Autopsie gefundenen Läsionen beim bestrahlten Tier stets leichterer Art. Nach Manoukhine ist die Zahl der in einem infizierten Organismus produzierten weißen Blutkörperchen sehr variabel. Die Schwankungen ihrer Zahl rühren von 2 antagonistisch wirkenden Organen her: Die Milz bewirkt Leukozytolyse, indem sie ein spezifisches Ferment liefert, das Leukozytolysin, und die Leber arbeitet dem entgegen, indem sie ihrerseits das Antileukozytolysin produziert. Diese Hypothese stimmt mit der beträchtlichen Zunahme der leukozytolytischen Kraft des Blutes nach einer Milzbestrahlung überein. Es ist als ob die Röntgenstrahlen die leukozytolytische Funktion des Organs anregte und infolgedessen auch die Fähigkeit des Organismus erhöhten, auf die Infektion zu reagieren. Entgegengesetzte Wirkung tritt bei Bestrahlung der Leber ein. Aus diesen Tatsachen ergab sich die Milzbestrahlung als Heilmittel bei schweren Infektionen, wie z. B. der Tuberkulose. Manoukhine erklärte beachtenswerte Heilerfolge zu haben. Nach Manoukhine nahmen verschiedene Autoren Partei für und gegen seine Lehren.

Coleschi hatte die Absicht, die Behauptungen beider Parteien zu kontrollieren. Er bringt 9 Fälle von Lungentuberkulose, die nach dem Verfahren des russischen Arztes behandelt wurden (1 H bei 1 mm Aluminiumfilter, alle 3—4 Tage; Härte 7—8 B., Antikathode 40 cm von der

Milz entfernt). Die erzielten Resultate sind so wenig ermutigend, daß er meint, die Manoukhinesche Behandlungsweise beeinflusse die Lungentuberkulose in keiner Weise, und habe keine Wirkung auf den klinischen Verlauf akuter Infektionskrankheiten. Wohl kommt es zu einer leichten Besserung des Allgemeinbefindens zu Beginn der Behandlung, aber sie ist rein psychischer Art, ohne daß klinisch, radiologisch oder bakteriologisch eine Veränderung, die sich auf Röntgenstrahleneinwirkung zurückführen ließe, nachzuweisen wäre.

Ohne mit Manoukhines Theorie ganz übereinzustimmen, wäre es dennoch angebracht, mit ernsten Forschungen fortzufahren; denn es scheint heute festzustehen, daß Milzbestrahlungen große leukozytäre Veränderungen im Blut bewirken und daß diese Veränderungen ihrerseits nicht ohne irgendeinen Einfluß auf den Gesamtverlauf einer Krankheit bleiben können.

G. Panopoulos, Athen. Neue Behandlungsweise der Tuberkulose. Proceedings of Roy. Soc. of Med. IX., No. 8, 8. Juni 1916, S. 143. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 5.

Der Autor empfiehlt auf den Tuberkelbazillus aktives Ozon einwirken zu lassen, das sich im Lungengewebe selbst bildet; der Kranke inhaliert reines Ozon, das dann durch Thoraxbestrahlung des Kranken dem Röntgenlicht ausgesetzt wird. Die Bestrahlung dauert höchstens 20 Minuten, entsprechend der Absorption von 8 H. 2 mm Aluminium. Der Verfasser macht für seine Methode geltend, daß außer der Bildung von aktivem Ozon mit reinen bakteriziden und die Oxydation beschleunigenden Eigenschaften, die Röntgenstrahlen selbst eine sichere Wirkung auf das tuberkulöse Granulationsgewebe ausüben. Bei einer Anzahl so behandelter Kranker wurden ermutigende Resultate erzielt.

Albert-Weill, Paris. Röntgentherapie der Knochentuberkulose. Paris Médical, 2. Juni 1917. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 10.

Auch Albert-Weill hält die Röntgentherapie für die Methode der Wahl, denn sie kann selbständig, ohne weitere Mittel, vollständige Heilung bewirken.

Allgmeinbehandlung mit Seeluft oder Sonnenlicht ist nur bei multiplen tuberkulösen Herden unumgänglich notwendig. Zahlreiche Beobachtungen mit beigefügten Röntgenbildern zeigen spina ventosa in allen Stadien und Tuberkulosen der Tibia bei Kindern.

Nur äußerst selten ist eine Wachstumshemmung der befallenen Knochen zu bemerken. Kommt es zu Entwicklungsstörungen, dann sind die Epiphysenkerne und die Zwischenknorpel Sitz der Tuberkulose. Nach der Röntgenbehandlung setzt die Regeneration ein, die Knochen erhalten wieder ihre normale Form. Die Tuberkulose hinterläßt nach einigen Jahren keine wahrnehmbaren Spuren mehr.

Um gute Resultate zu erzielen, empfiehlt der Verfasser bei kurzen Knochen 5—6 H, gefiltert mit 2 mm Aluminium, dorsal und ventral, monatlich eine zweistellige Bestrahlung. Den Röhrenknochen appliziert er auf jede Stelle 12—14 H monatlich, gefiltert durch 4 mm Aluminium. Zwischen der 5. und 6. Bestrahlung tritt eine sechswöchige Pause ein.

E. Albert-Weill, Paris. Röntgenbehandlung peripherer tuberkulöser Adenopathien. Paris Médical, 23. Sept. 1916. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electr.

Intensive Röntgenbehandlung bei geeigneter Technik dürfte therapeutisch die Methode der Wahl sein bei der Behandlung der peripheren tuberkulösen Adenopathie. Der Autor kommt zu dieser Ansicht durch die guten Erfolge, die er bei 50 näher beschriebenen Fällen erzielte. Gefährlich sind schwache und gering gefilterte Dosen, sie bewirken das Gegenteil des gewollten Effektes. Der Verfasser empfiehlt harte Strahlen von 8—9 B., gefiltert mit 4 mm Aluminium. Durch jede Einfallspforte werden 10, 12 ja 14 H. Einheiten appliziert, die am besten nach den Absorptionstabellen von Guilleminot und Belot gemessen werden.

Ratera, Madrid. Röntgenbehandlung tuberkulöser Drüsen. Rev. española de Electrologia y Radiologia medicas, Januar 1917, Nr. 55, S. 92. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 10.

Der Verfasser gibt eine kurze Darstellung seiner 30 Fälle, von denen 20 geheilt wurden. Die angewandte Technik bietet keine Besonderheiten. Bei vereiterten Fällen macht der Verfasser Jodoforminjektion, wozu geraten wird, um die nicht zu unterschätzende Menge der Sekundärstrahlen durch das erhöhte Atomgewicht von HJ^3 auszunutzen. Er beobachtete niemals toxische Erscheinungen, die auf Resorption großer Mengen von Zerfallsprodukten der Drüsen zurückzuführen waren und auch Fiebererscheinungen hinderten nicht an energischer Weiterbehandlung. Bei generalisierter Lymphomatose erzielte er mit Röntgenbehandlung keine befriedigenden Resultate, weil man nicht auf alle Krankheitsherde im Körper einwirken kann. Ratera kommt zu den gleichen Schlußfolgerungen wie seine Vorgänger: oft bietet die Röntgenbehandlung ebensolche Vorteile wie die Chirurgie, und mit Vorsicht, Ausdauer und Gewissenhaftigkeit erreicht man überraschende Resultate.

Pfahler u. Zulick. Röntgenbehandlung der Basedowschen Krankheit. The American Journal of Roentgenology, Februar 1916, S. 63—72. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 4.

Eine ausgezeichnete allgemeine Übersicht mit einer reichlichen Bibliographie. Die Schlußfolgerungen der Verfasser und ihre Technik decken sich genau mit den Ansichten der französischen Röntgenologen, die namentlich in den Publikationen von Beclère, Belot, Clunet und Ledoux-Lebard zum Ausdruck gebracht sind. Die von Pfahler und Zulick empfohlene Röntgendurchleuchtung des Thorax, um sich so weit als möglich über die Größe der Thymusdrüse zu unterrichten und daraus Anhaltspunkte über die Zweckmäßigkeit einer Bestrahlung auch dieser Drüse zu gewinnen, erscheint sehr zweckmäßig.

Magahaes, Pará. Erysipel und Röntgenlicht. Pará medico, 5. Aug. 1917, S. 203. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 12.

Von 75 Fällen von Erysipel, die mit Röntgenstrahlen behandelt wurden, blieben 59 ohne Rückfall, bei 5 Fällen kam es nach der Behand-

lung zu einem Rezidiv. 11 entzogen sich der weiteren Beobachtung. Angenommen, jene 11 Fälle seien negativ verlaufen, was gewiß nicht zutreffend ist, so bleibt dennoch ein Prozentsatz von 77,2 auf 100 Fälle, in denen Erysipel durch Röntgenbehandlung definitiv geheilt wurde. Der Autor glaubt, daß die Rückfälle in keiner Weise den Wert der Methode herabsetzen. Magahaes verwendet mittelharte Strahlen von 5—6 B.

Jörgen Schaumann, Stockholm. Pruriginöse Eruptionen, verursacht durch Milzbestrahlung bei einem Fall von lymphatischer Leukämie. Ann. de derm. et de syphiligr., Mai 1916. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 5.

Der Verfasser beschreibt einen interessanten Fall von Leukämie mit Hauterscheinungen, den er mit Röntgenlicht behandelte. Die Bestrahlung der Haut und der Ganglien führte zu keinerlei Reaktion, abgesehen von einer leichten Temperaturerhöhung. Aber an die Bestrahlung der Milz schloß sich eine papulöse und außerordentlich juckende Eruption der Haut an: dieser Prurigo trat 3 oder 4 Tage nach der Bestrahlung auf und lokalisierte sich hauptsächlich an den Armen und Beinen, später auch am Hals. Histologisch und klinisch stellte er sich als ein Prurigosimplex (Brocq) dar. Der Juckreiz stellte eine so schwere Komplikation dar und verursachte derartige Schlaflosigkeit und Abmagerung, daß nach wiederholten Versuchen während nahezu eines Jahres, die röntgentherapeutische Behandlung aufgegeben werden mußte.

Langi, Rom. Epilation durch Röntgenstrahlen bei Hypertrichose. L'Actinoterapia, I, II, Februar 1916. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 7.

Langi schildert die verschiedenen Epilationsverfahren bei Hypertrichose sowie ihre Unzulänglichkeiten. Er kommt zu dem Schluß, daß vollkommene Resultate mit absoluter Sicherheit erreicht werden, indem man die zu epilierende Stelle in kleine Felder teilt und sukzessiv mit mehr oder weniger dickem Filter bestrahlt, je nach der Hautsensibilität des Individuums.

Brito Foresti, Montevideo. Ekzembehandlung. Rev. Medica del Uruguay, XX. 8. Aug. 1917, S. 454. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 12.

Der Autor weist auf die guten Resultate, die er mit kleinen zeitlich auseinanderliegenden Röntgendosen bei der Ekzembehandlung erzielte. Er wendet dies Heilverfahren in hartnäckigen Fällen an, bei denen die gebräuchlichen Medikamente versagen, ferner bei Lichenifikation und bei Fällen, die mit starkem Juckreiz einhergehen.

Simpson. Radium bei Hautkrebs und anderen Hautkrankheiten. The Journal of the American medical Association, 18. Nov. 1916, S. 1508. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 12.

Simpson behandelt Haut- und Schleimhautepitheliome, Gefäß-Naevi, Keloide, Lupus vulgaris und erythematosus, Sykosis, Analpru-

ritus und Lichenifikationen mit Radium. Besonders empfiehlt er die Methode zur Behandlung inoperabler Epitheliome und Gefäß-Naevi.

Covisa. Ein Fall von Xeroderma pigmentosum. Heilung der Epitheliome durch Radium. Actas dermo-sifilographicas, April-Mai 1913. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 12.

Patient leidet seit 25 Jahren an typischem Xeroderma mit Epitheliom der Oberlippe und des unteren Augenlids. Das erstere hatte schon zu einer tiefen Zerstörung geführt und verursachte Schmerzen und Blutungen. Covisa verwendete die kleine Wichmannsche Kapsel mit 10 mg Radiumbromid in der Konzentration von 5 zu 100, ohne Filter. 7 Sitzungen von je einer Stunde bewirkten in 4—5 Wochen Schwund des Tumors mit schöner, glatter Narbe.

7 weitere Bestrahlungen der unteren Hälfte führten ebenfalls zu gutem Erfolg und vollständiger Heilung. Das wenig oberflächliche Epitheliom des oberen Augenlides wurde gleichfalls vollkommen geheilt.

Heymann, Hanoi. Über Röntgenbehandlung tropischer phagedenitischer Geschwüre. Archives d'électricité médicale et de Physiothérapie, Aug. 1917, S. 375—382. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 11.

Die tropischen Geschwüre machen dem Arzt durch ihre Hartnäckigkeit viel zu schaffen. Der Verfasser hat 5 Fälle bestrahlt und kommt zu dem Schluß, daß die Röntgenbestrahlung die Vernarbung bei diesen Geschwüren sehr günstig beeinflußt, wenigstens bei jenen Geschwüren, die nicht auf die subkutanen Gewebsschichten übergegriffen haben. Durch diese Behandlungsweise wird schneller als mit anderen Verfahren Heilung und Nachlassen der Schmerzen erreicht. Die 5 eingehend beschriebenen Beobachtungen sind in der Tat geeignet, diese Anschauungen sehr zu stützen.

Es wird folgende Technik empfohlen. Distanz 15 cm, ungefilterte Strahlen von 7—8 B., 1 Milliampère, 15 Minuten Bestrahlungsdauer. (Der Verfasser glaubt, daß er Teinte 1 des Chromoradiometers nach Bordier erreicht hat, aber wegen des Klimas von Hanoi glaubt er, sich nicht auf das Chromoradiometer verlassen zu dürfen.) Nach einigen Tagen abermalige Bestrahlung.

Machee, C. M., New York. Die Röntgentherapie des Rhinoskleroms. The American Journal of Roentgenology, April 1917, S. 180—183. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 10.

Nachdem Machee die frühere diesbezügliche Literatur und die unvergleichlichen Erfolge der Röntgentherapie bei dieser merkwürdigen Erkrankung besprochen hat, beschreibt er einen augenblicklich in Behandlung befindlichen Fall, der sich schon nach kurzer Behandlung sehr gebessert hat.

Pierre Delbet u. Armand Beauvy, Paris. Vergleichende Studien über die Wirkung ultravioletter Strahlen auf die hämolytische Kraft und den kolloidalen Zustand des Blutserums. C. R. Ac. Sc., 20. Juli 1914. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 4.

Die Verfasser stellten sich die Aufgabe, zu untersuchen, wie die ultra-

violetten Strahlen auf die Eigenschaften des Blutserums hinsichtlich seines physiko-chemischen Verhaltens einwirken, und im besonderen wollten sie die Veränderungen der natürlichen hämolytischen Kraft des menschlichen Serums gegenüber den roten Blutkörperchen des Kaninchens studieren.

Die Experimente wurden mit der Quecksilber-Dampflampe Heraeus. 110 Volt, 2,5 Ampère, in 18 cm Entfernung angestellt. Das Serum befand sich in Quarztuben von 3—5 mm Durchmesser.

Die Verfasser studierten gleichzeitig die kolloidalen Veränderungen im Ultramikroskop.

Die hämolytische Kraft wurde durch die Bestrahlung stets herabgesetzt, während andererseits Veränderungen der kolloidalen Strahlen nicht nachweisbar waren.

Serafini, Turin. Experimentelle Versuche über Röntgenbestrahlung des Uterus und der Ovarien. Radiologia Medica, 7.—8. Bd. 3, Juli-Aug. 1916. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 6.

Zahlreiche Autoren haben die Wirkung des Röntgenlichtes auf die Ovarien untersucht, aber wenige haben die Röntgenstrahlenwirkung auf den Uterus studiert. Doch ist diese Frage nicht ohne Interesse; denn sie hängt auch mit der Röntgentherapie der Uterustumoren zusammen. Serafini untersuchte bei bestrahlten Kaninchen auf experimentellem Wege die Wirkung auf den weiblichen Genitalapparat und ebenso die Veränderungen in den Ovarien, besonders im Hinblick auf die interne Sekretion dieser Drüse. Die Tiere (Kaninchen) wurden in 4 Gruppen geteilt; bei der ersten wurden die Ovarien operativ herausgenommen. bei ihnen wurde nicht bestrahlt. Die zweite Gruppe (normale Tiere) diente als Kontrolle und wurde nicht bestrahlt. Bei der dritten wurde nach der Herausnahme der Ovarien bestrahlt. Die vierte, bei der die Ovarien nicht entfernt waren, wurde bestrahlt. Die experimentellen Anordnungen waren sehr exakt.

Makroskopisch ergab sich am Uterus folgendes:

Die einfache Kastration, ohne Bestrahlung (1. Gruppe), bewirkt weit stärkere Uterusatrophie als die Kastration mit darauf folgender Bestrahlung (3. Gruppe). Die Bestrahlung des normalen Uterus (4. Gruppe) bewirkte eine bedeutende Uterushypertrophie im Vergleich zur Entwicklung des Uterus bei den nicht bestrahlten Versuchstieren (2. Gruppe).

Histologisch: Bei den Tieren der 1. Gruppe (nur Kastration) ist die Muskelschicht wenig verändert, die Vaskularisation verringert. Dagegen ist die Schleimhaut stark verändert; Zotten sind spärlich, die Basalschicht zeigt keinerlei Neigung zur Mitose, spärliche Vaskularisation. das Epithel ist abgeflacht, die Drüsen verödet. Bei den Tieren der 3. Gruppe (Kastration und Bestrahlung) ist die Muskelschicht beinah normal. doch besteht eine starke Infiltration; die Zotten sind zahlreich, die Vaskularisation ist aber noch geringer und die Drüsen noch spärlicher. Bei den Tieren der 4. Gruppe (ohne Operation bestrahlt) kommt es zu bedeutender Hypertrophie der Muskelfasern mit starker Füllung und Erweiterung der Kapillaren. Die Schleimhaut ist hypertrophisch mit starker Vermehrung der Drüsen, sie macht einen zottigen, papillomatösen Ein-

druck. Die Wirkung des Röntgenlichtes auf das Ovarium läßt sich folgendermaßen zusammenfassen: hochgradige Blutfüllung des ganzen Organs; das Keimepithel ist intakt; in der Rindensubstanz finden sich zahlreiche junge und alte Follikel, einige sind zystisch degeneriert. Luteinzellen sind spärlich. Das interstitielle Gewebe ist entwickelt und in ein Netz erweiterter Kapillaren eingebettet. Es finden sich keine frischen gelben Körperchen. Zerstreut im interstitiellen Gewebe findet man Anhäufungen einer dichten und homogenen Substanz, die von degenerierten Follikeln herrührt. Niemals fand Serafini gelbe Körperchen in irgend einem Stadium der Entwicklung und da die interstitielle Drüse unversehrt ist, folgert er, daß das Fehlen dieser gelben Körperchen irgendwie direkt mit der bei der gewöhnlichen Kastration auftretenden Uterusatrophie zusammenhängt. Die Bestrahlung wirkt im Sinne der Hemmung der Ovarialtätigkeit, indem alle dem Röntgenlicht ausgesetzten Zellen ihre karyokinetische Kraft verlieren, aber unter bestimmten Bedingungen einige Zeit weiter leben können. Klinisch wird diese Tatsache bestätigt durch das Ausbleiben der Menstruation bei Ovarialbestrahlungen, und wenn die Dosen groß genug sind, durch dauernde „Sterilität". Die empfindlichsten Zellen erleiden zuerst diese Wachstumshemmung, während die interstitiellen Zellen widerstandsfähiger sind und da sie jetzt von dem Einfluß der Follikel befreit sind, sich anormal entwickeln, woraus sich die anfänglich paradox erscheinende Hypertrophie als Folge der Bestrahlung erklärt. Indem die bestrahlte interstitielle Eierstockdrüse ihrerseits infolge ihres Wachstums kräftig auf den Uterus wirkt, trägt sie viel zu der bei den normalen und bestrahlten Tieren beobachteten Uterushypertrophie bei. Andererseits braucht man die direkte Strahlenwirkung nicht zu leugnen, die bei den kastrierten und darauf bestrahlten Tieren eine weniger große, aber deutliche Hypertrophie des Muskel- und Schleimhautgewebes hervorruft. Natürlich muß mit der größeren oder geringeren, je nach dem Individuum wechselnden Sensibilität gerechnet werden. Aber die genannten Tatsachen sind geeignet, in Zukunft in der Gynäkologie bei der Röntgenbehandlung benigner Uterustumoren in manchen Fällen Aufklärung zu bringen. Dies bestätigt ein Fall von Uterusfibrom bei einer 40jährigen Frau, die vor einer Totalexstirpation der Bestrahlung unterzogen worden war. Der Uterus war groß, hart und sehr blutreich und an der Vorderfläche ödematös. In den Ovarien waren zahlreiche, nekrotische Herde, und es zeigte sich hyaline Degeneration. Die gelben Körperchen fehlten gänzlich. Es bestanden ausgedehnte interstitielle Blutungen, die, ebenso wie die nekrotischen Herde auf die Wirkung des Röntgenlichtes zurückzuführen zu sein schienen.

Im letzten Abschnitt behandelt der Verfasser die mannigfaltigen Spätreaktionen der bestrahlten Drüsen mit innerer Sekretion im Vergleich zu den Störungen, die nach der Kastration auftreten. Er beobachtete bei Kastration und nachfolgender Bestrahlung der Genitalorgane bei den Versuchstieren eine Hyperaktivität der Hypophyse, während die Bestrahlung im Gegensatz zur Kastration eine Hypoaktivität der Wirbeldrüse hervorruft. Serafini stellt zur Erklärung dieses Befundes die Hypothese auf, daß die Epiphyse als Regulator der sexuellen Drüsen, soweit die interne Sekretion in Frage kommt, anzusprechen ist, und daß die beob-

achtete Trophie der Epiphyse bei bestrahlten Individuen die Folge einer Degeneration sei, die auf der Hypertrophie des interstitiellen Ovarialgewebes beruhe. Die Kenntnis der Beobachtungen, bemerkt Serafini, kann denen von Nutzen sein, die bestimmte Organe zu bestrahlen haben und sich über die Späterscheinungen wundern, die die Behandlung auf die einander regulierenden Drüsen mit innerer Sekretion ausübt.

Ghilarducci, Rom. Wirkung des Röntgenlichtes auf den Kaninchenmagen. Acad. de méd. de Rome, März 1916, la Radiologia Medica, Aug. 1916. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 6.

Ghilarducci gelang es nach Verabreichung von Wismuth bei Kaninchen, die den Strahlen ausgesetzt wurden, ein Magenulkus zu erzeugen. Nach diesen Versuchen scheint es, als ob die vom Wismut ausgehende Sekundärstrahlung die pathologischen Veränderungen erzeugt. Die Wirkung ist auf das Epithel lokalisiert, gleichzeitig tritt gesteigerte Salzsäuresekretion auf. Wegen der Regelmäßigkeit des Auftretens dieser Läsionen schlägt der Verfasser zum Messen des Wertes der Tiefenstrahlung eine biologische Einheit vor, so wie sie zur Bestimmung der Hautbestrahlung besteht. Diese Einheit könnte z. B. einer in einer bestimmten Zeit wirksamen Strahlungsintensität entsprechen, die ausreichend ist, um beim Kaninchen von 1000 gr das Stadium einer ulzerösen Gastritis hervorzurufen.

Ancona, Italien. Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Eosinophilen. L'Idrologia, la Climatol e la Terapia fisica, 1916, Nr. 7. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 11.

Aus den Tatsachen und Erfahrungen, die der Verfasser beibringt, geht hervor, daß eine einzige Bestrahlung des Knochenmarkes mit mittlerer Dosis beim Menschen zu einer Leukozytose führt, die gleich nach der Bestrahlung auftritt, nach 5 Stunden das Maximum erreicht und ungefähr 24 Stunden lang anhält. Dann beginnt der Abfall und die Erkrankung endigt mit einer leichten Leukopenie, die ein oder zwei Tage dauert.

Diese Hyperleukozytose rührt von der plötzlich auftretenden Vermehrung der polynukleären Neutrophilen her, während die polynukleären Eosinophilen zwar ebenfalls einen Anstieg zeigen, der aber nur träge verläuft und inkonstant ist. Diese Beobachtungen zeigen, daß die Röntgenstrahlen elektiv auf die verschiedenen Formen der Leukozyten einwirken.

Ceresole, Padua. Über die biologische Wirkung der sekundären Fluoreszenzstrahlung in einer kolloidalen Silberlösung. La Radiologia Medica, 4, 3.—4. März, 1917. Ref. im Jour. de Radiol. et d'Electrol. 2, Nr. 11.

Der Autor nimmt die bekannten Experimente wieder auf, welche die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf Pflanzen zum Gegenstand haben, die in reinem Wasser oder in der wässrigen Lösung eines kolloidalen Metalles wachsen. Er kommt zu folgenden Resultaten:

1. Bei kleinen Dosen wirken die Röntgenstrahlen auf den Pflanzenorganismus anregend. Dieser ist jedoch weniger sensibel als der Tierkörper. Die Behauptung, daß Bestrahlungen mit kleinen Dosen das pflanzliche Wachstum hinderten, stimmt nicht.

2. Die Einwirkung der von einer kolloidalen Silberlösung ausgesandten Sekundärstrahlung ist unerheblich. Es ist einleuchtend, daß, wenn ein Teil der primären Strahlung im kolloidalen Silber stecken bleibt, die erregende Wirkung auf jene Pflanzen geringer ist als auf Pflanzen im strahlendurchlässigeren reinen Wasser.

Tousey. Keratosen der Hand bei einem Radiologen, die durch Radiumtherapie geheilt wurden. [Akad. d. Med. in New York, Sektion für Chirurgie, Sitzung vom 5. März 1917. Jour. de Radiol. 2, Nr. 4.

Der Autor berichtet über seine persönliche Erfahrung. Es gelang ihm durch Radiumbehandlung sich von den umfangreichen und rezidivierenden Keratosen zu befreien, die im Anschluß an eine chronische Radiodermitis aufgetreten waren und deren völlige Beseitigung bis dahin durch keine andere Methode gelungen war.

Verhandlungsberichte.

Vortragsabend über Röntgentiefentherapie in der II. Universitätsklinik für Frauenkrankheiten in München am 16. Mai 1918.

Dessauer. Weitere Untersuchungen über das Gebiet der sehr harten Röntgenstrahlen und ihrer Anwendung in der Tiefentherapie.

Der Vortragende beginnt seine Ausführungen mit der Besprechung der Frage, ob und inwiefern eine weitere Verbesserung der Röntgenapparate durch Erhöhung noch höher gespannter Ströme, als sie bis jetzt benutzt werden, möglich und aussichtsreich sei. Nach den Untersuchungen Rutherfords, die von Wintz bestätigt wurden, wird von einer gewissen Höhe an, nämlich etwa 140000 Volt, die Strahlenqualität nicht mehr verbessert. D., der diese Untersuchungen nachprüfte, fand nun ebenfalls, daß mit zunehmender Spannung bis ungefähr 130—140000 Volt die Strahlenhärte steigt, von da ab aber bis ungefähr 180000 Volt die Qualität der Strahlen sich nicht mehr verändert. Der Vortragende ging aber weiter, er stellte Versuche an mit weit über 200000 Volt Spannung und fand dabei, daß bei so hoher Spannung weit härtere Strahlen entstehen, die die Eigenschaft haben, bei 12 cm Körpertiefe noch 50% Wirksamkeit zu besitzen. Da nun aber die vorhandenen Induktoren zu einer dauernden derartigen Beanspruchung in keiner Weise ausreichen, ist D. an den Bau eines neuen leistungsfähigen Transformators herangegangen. Er benutzt hierzu das Prinzip der Stufentransformation, wodurch die Schwierigkeiten der Isolation, die bei einer Spannung von 200000 Volt fast unüberwindlich sind, erheblich verringert werden. Die Schaltung bei dem neuen Apparat ist derartig, daß die Hilfstransformatoren nur eine Spannung bis höchstens 50000 Volt auszuhalten haben. Es war auf diese Weise möglich, Apparate von 200000 Volt dem praktischen Betrieb zu übergeben.

Die Hauptschwierigkeit besteht nur darin, für derartig hohe Spannungen passende Röhren herzustellen.

Diskussion:

Warnekros (Berlin) berichtet über $1^1/_2$jährige Erfahrungen mit dem Intensivreformapparat an der Berliner Frauenklinik. Der Apparat wurde mit 2 Röhren bei einer Spannung von 170000 Volt und 3 MA Belastung täglich 8 Stunden lang betrieben, ohne daß der Induktor auch nur einmal durchgeschlagen ist. Elektroskopische Vergleichsmessungen des neuen Apparates mit Coolidgeröhre und des Symmetrieappartes mit selbsthärtender Siederöhre fielen zugunsten des ersteren aus. Die prozentuale Absorption der Strahlen, pro Zentimeter Gewebe war bei den beiden Apparaten 13 bzw. 18%. In klinischer Beziehung gelang es mit dem neuen Apparat und der Coolidgeröhre Fälle, bei denen früher keine Erfolge erzielt werden konnten — wie ausgedehnte Tumoren in der Tiefe des Beckens; faustgroße Drüsenrezidive, große inoperable Ovarialkarzinome — klinisch zum Verschwinden zu bringen.

Die Bummsche Klinik steht der Strahlenbehandlung des Krebses optimistisch gegenüber. Zum Beweise dafür, daß allein durch perkutane Röntgenbehandlung Karzinome zur Heilung zu bringen sind, stellt Vortragender eine Patientin vor, die vor $4^1/_2$ Jahren wegen eines inoperablen medullären Portiokrebses der Tiefentherapie unterzogen wurde und seitdem geheilt ist.

Wintz-Erlangen bezeichnet den Dessauerschen Apparat als sehr bemerkenswerten Fortschritt, glaubt aber, daß der Nutzen für die Praxis dadurch sehr wesentlich verringert wird, weil die zur Zeit und auch wohl in nächster Zeit zur Verfügung stehenden Röhren eine Ausnützung höherer Spannungen als 170000 Volt nicht aushalten. Er glaubt daher, mit dem Symmetrieapparat vorläufig in der Praxis das Gleiche leisten zu können. Wintz erörtert dann weiter die Qualitäten der Coolidgeröhre. Die Intensität und Härte dieser Röhre hängt ab von der Glühtemperatur der Heizspirale. Schwankt nun aber das Stadtstromnetz (was in Erlangen zwischen 6 bis 8% der Fall ist), dann schwankt auch die Spannung und Stromstärke des Heiztransformators, was ein dauerndes Regulieren am Heizstrom nötig macht. Die Strahlenausbeute ergab dabei Schwankungen bis zu 30 %, und auch bei der besten Konstanz ist ein Betrieb unter 10% Fehlern nicht durchzuführen. Dadurch leidet die Exaktheit der Dosierung bei der Arbeit mit der Coolidgeröhre außerordentlich.

Winter-München ist bezüglich der vom Vorredner zuletzt diskutierten Frage zu wesentlich anderen Resultaten gekommen. Mit dem Intensivreformapparat und der Coolidgeröhre angestellte Versuche ergaben, daß bei gleicher Schaltung die Schwankungen in der Intensität der Röhre nur ± 2% betrugen und für den in Aluminium gemessenen Absorptionskoeffizienten ergaben sich Abweichungen von höchstens ± 3%. Die Strahlung der Röhre wurde also bei gleicher Schaltung und Belastung als praktisch ausreichend gleichartig befunden; Diese gegenüber den Versuchen von Wintz günstigeren Verhältnisse sind wohl darauf zurückzuführen, daß die Netzschwankungen in München nur mit 3 % festgestellt werden konnten (gegenüber 6—8 % in Erlangen).

Stephan-Frankfurt a. M.: Der Vortragende hat ebenfalls keine praktisch ins Gewicht fallenden Schwankungen der Strahlung beim Intensivreformapparat mit der Coolidgeröhre feststellen können. Es besteht daher die Möglichkeit, mit dem neuen Apparat exakt nach der Zeit zu dosieren.

Christen-München: Der neue Apparat gestattet eine dauernde Steigerung des Härtegrades. Die biologische Dosis hängt nun aber nicht nur von der an einer Stelle absorbierten Strahlenmenge, sondern auch vom Sensibilitätskoeffizienten ab. Wenn auch über die Abhängigkeit der letzteren vom Härtegrad Sicheres nicht bekannt ist, so ist es nach Ansicht von Ch. doch in hohem Grade wahrscheinlich, daß der Sensibilitätskoeffizient mit wachsendem Härtegrad zunimmt.

Geheimrat Sommerfeld-München: Es ist sehr wohl möglich, daß nicht die primäre, sondern erst die korpuskuläre Sekundärstrahlung auf die Zellen wirkt. Diese hat aber verschiedene Energie, je nachdem ob sie von härteren oder weicheren Primärstrahlen erregt wurde. Harte Strahlen können daher wohl qualitativ anders wirken als weiche.

Ref. aus Zbl. f. Gyn. 1918 u. Mün. med. Woch. 1918.

Gynäkologische Gesellschaft zu München. Sitzung vom 5. Juli 1917.

Friedrich Winter. Fortschritte der Röntgentechnik und Röntgentherapie durch Einführung der Glühkathodenröhren.

Der Vortragende bespricht die Fortschritte, welche durch die Einführung der Coolidgeröhre in die Tiefentherapie herbeigeführt wurden.

Nach den Erfahrungen an der II. Münchener Frauenklinik besteht ein prinzipieller Vorteil der neuen Röhre darin, daß die Strahlenhärte und die Strahlenmenge in weiten Grenzen von einander unabhängig regulierbar sind. Die Strahlenhärte wird bei den hohen Spannungen, wie sie in der rationellen Tiefentherapie wohl immer verwendet werden, allein durch die Röhrenspannung,

die Strahlenmenge dagegen durch die Belastung des Glühdrahtes reguliert. Dazu kommt, daß die fehlenden Schwankungen des Gasgehaltes der Röhre eine bedeutende Konstanz der Menge, Härte und Zusammensetzung der gelieferten Strahlung mit sich bringen. Dadurch wird der ganze Betrieb wesentlich vereinfacht und ist leicht erlernbar. Bei gleicher Einstellung kann man direkt nach der Zeit dosieren, was bei der herrschenden Unsicherheit der üblichen Meßverfahren einen nicht zu unterschätzenden Vorteil bietet.

Elektroskopische Messungen haben ergeben, daß die Intensität bei der Coolidgeröhre bei gleicher Belastung und gleicher Strahlenhärte mindestens doppelt so groß ist wie bei den gashaltigen Röhren. Dies bedeutet eine wesentliche Zeitersparnis für Arzt und Patienten. Die große Haltbarkeit der Elektronenröhren gleicht ihren hohen Preis wieder aus. Die erste in der Klinik verbrauchte Coolidgeröhre ergab eine Leistung von 448 Milliampèrestunden.

Ref. aus der Mon. f. Geb. u. Gyn. 1917 und Zbl. f. Gyn. 1917.

Naturhistorisch-medizin. Verein zu Heidelberg. Sitzung vom 11. Mai 1918.

Albers-Schönberg (Hamburg). Die wissenschaftlich sichergestellten Indikationen der Röntgentiefentherapie.

Der Vortragende gibt eine kurze Übersicht über den augenblicklichen Stand der wissenschaftlich sichergestellten Indikationen in der Röntgentherapie.

Die Röntgentherapie kann ein selbständiges oder ein ergänzendes Heilverfahren sein. Selbständig ist sie dann, wenn eine Krankheitsform so radiosensibel ist, daß sie allein durch Strahlenanwendung restlos geheilt wird; als Prototyp hierfür können die klimakterischen Blutungen gelten. Ergänzend ist das Röntgenverfahren, wenn es durch Bildung gesunden Gewebes oder durch Zerstörung des erkrankten zur Stärkung des Körpers beiträgt und damit entweder auf dem Wege der Hyperämie oder durch Einleitung von Resorption und Schrumpfung anderen Heilmethoden den Boden bereitet. Als Prototyp hierfür dient die Tuberkulose der Knochen und Gelenke, bei der beim Zusammenwirken von chirurgisch-orthopädischer Behandlung und Röntgenbestrahlung gute Heilerfolge zu erzielen sind. Selbständig und ergänzend kann die Röntgentherapie bei solchen Krankheitsformen sein, wo es sich um symptomatische Behandlung handelt, z. B. zur Verminderung der Jauchung bei inoperablen Tumoren, zur Beseitigung von Karzinomschmerzen, schweren Neuralgien und anderem mehr.

Nach dem Grade ihrer Radiosensibilität können die Erkrankungen in 3 Gruppen eingeteilt werden:

Die erste Gruppe umfaßt die Krankheiten, bei welchen eine dauerhafte objektive Heilung zu erzielen ist (klimakterische Metrorrhagien, Myome. tuberkulöse Halslymphome, Tuberkulose der Knochen, Gelenke und Sehnenscheiden).

In die zweite Gruppe sind die Krankheiten einzureihen, die eine objektiv nachweisbare Besserung, bzw. ein zeitweiliges völliges Verschwinden ihrer Symptome zeigen (Leukämie und Pseudoleukämie, Mediastinaltumoren. Basedow).

Der dritten Gruppe endlich gehören diejenigen Krankheiten an, bei denen die Bestrahlung wenigstens eine mehr oder weniger lange subjektive Besserung ihrer Symptome aufweist (Ischias, Trigeminusneuralgien, Karzinomschmerzen).

Was die Karzinombehandlung anlangt, so ist sie, abgesehen vom Hautkarzinom, skeptisch zu beurteilen, obwohl im Prinzip die Heilbarkeit des Karzinoms durch Strahlung anzuerkennen ist. Die degenerative Wirkung der

Röntgenstrahlen auf die Krebszellen sowie die darauffolgende Bindegewebswucherung sind sichergestellt. Auf diesen Tatsachen fußend kann man vielleicht dahin kommen, durch dauernde Verbesserung der Technik allmählich die Röntgentherapie der Krebse zur selbständigen Behandlung dieser Erkrankung heranzubilden. Die meisten Röntgentherapeuten stehen zur Zeit noch auf dem Standpunkt: Operable Karzinome sind zu operieren und dann prophylaktisch nachzubestrahlen, inoperable Karzinome sind stets zum Zwecke der Schmerzlinderung zu bestrahlen. Trotz der Versuche, durch immer weiter gesteigerte Penetrationskraft der Strahlen dem tiefliegenden Karzinom innerer Organe therapeutisch beizukommen, sind die Erfolge jedoch im Verhältnis zur Zahl der bestrahlten Fälle nur gering.

Wesentlich günstiger verhalten sich die Sarkome. Hier ist namentlich bei schlechten Operationsaussichten ein Vorversuch mit Bestrahlung zulässig, wobei ja auch der Umstand in Betracht kommt, daß die Operabilität unter Umständen durch die Bestrahlung verbessert wird. Ausschlaggebend für den Erfolg ist die außerordentlich verschiedenartige Radiosensibilität der Sarkome. In geeigneten Fällen erzielt man erstaunliche, geradezu glänzende Erfolge, während andere Formen sich völlig refraktär verhalten; auch tiefliegende Sarkome, z. B. im Abdomen, verschwinden oft prompt.

Als therapeutisches Endergebnis kann bisweilen dauernde völlige Heilung der Sarkome erreicht werden. Vortragender behandelte vor 14 Jahren einen Herrn an einem kleinzelligen, in massigen Tumoren auftretenden Kopfhautsarkom. Der Patient wurde nach Beseitigung eines 1905 auftretenden unbedeutenden Rezidivs vollkommen geheilt und ist jetzt 13 Jahre lang gesund. Allerdings sind das Ausnahmen; in den meisten Fällen tritt zwar Schrumpfung der Tumoren ein, aber spätere Metastasenbildung ist nicht zu verhindern.

Aus dem offiziellen Protokoll, Mün. med. Woch. 1918.

Ärztlicher Verein in Hamburg.
Sitzungen vom 20. November und 18. Dezember 1917.

Die Stellung der Radiotherapie unter den therapeutischen Methoden.

H. Hirsch: Redner gibt ein zusammenfassendes Referat über die Röntgentherapie in der inneren Medizin. Bemerkenswert ist die Anschauung von H., daß die Röntgentherapie nicht ein Anhängsel der Röntgen-Diagnostik bleiben darf. Sie hat sich zu einer vollständigen Wissenschaft entwickelt und daher muß die Röntgendiagnostik prinzipiell von der Therapie abgetrennt werden.

Hänisch: Redner bespricht seine Erfahrungen in der Röntgentherapie innerer Krankheiten. Günstige aber nur vorübergehende Erfolge wurden erzielt bei der Leukämie, beim Hodgkin, bei Mediastinaltumoren und bei den Knochenprozessen der Pseudoleukämien. Glänzende Erfolge sind bei den Lymphomata colli beobachtet worden. Empfohlen wird die Behandlung beim Morbus Banti, bei der Mikuliczschen Krankheit, bei der beginnenden Tuberkulose der Knochen, bei Nebenhodentuberkulose und bei venerischen Bubonen. Im Gegensatz zur Struma sind die Erfolge bei Basedow oft gute, desgleichen bei Prostatahypertrophie. In einem Fall von Hypophysistumor wurde eine fortschreitende Besserung der Sehkraft erreicht. Unter den neurologischen Affektionen sind eklatante Erfolge bei der Trigeminusneuralgie besonders bemerkenswert. Bei veralteten Fällen von chronischer Bronchitis und Bronchialasthma wurde gelegentlich Besserung gesehen. Ebenso wurden sehr günstige Erfolge in den letzten 3 Jahren beim Heuschnupfen erzielt, die in einzelnen Fällen Heilungen gleichkamen.

Lorey: Die Einführung der gasfreien Röhren hält L. auf Grund seiner Erfahrungen für einen großen Fortschritt, ist aber der Ansicht, daß die guten

Exemplare der modernen Tiefentherapieröhren z. B. die Müllerschen Sioderöhren in Verbindung mit dem Regenerierautomat von Wintz, insbesondere dem neuesten Typ, ferner auch die selbsthärtende Siederöhre ganz vorzügliches leisten und sowohl in der quantitativen Strahlenausbeute wie auch in der Qualität der Strahlung und ebenso auch in der Konstanz bei Verwendung eines kräftigen Induktors den gasfreien Röhren gleichkommen.

Was die von L. erzielten Erfolge bei inneren Krankheiten anlangt, so befindet sich die Beeinflussung der sekretorialen Funktion der Magendrüsen noch im Versuchsstadium. Bei der Basedowschen Krankheit sieht man in etwa der Hälfte der Fälle durch Bestrahlung der Thyreoidea und Thymus gute Erfolge. Auch bei Thymushypertrophie mit paroxistischen Anfällen ist die Bestrahlung indiziert. Bei der Prostatahypertrophie ist es zweckmäßig, die direkte Bestrahlung der Drüse vom Perineum und Rektum aus mit einer Bestrahlung der Hoden zwecks Kastration zu kombinieren. Besonders erfreuliche Resultate werden bei der exsudativen Form der Peritonealtuberkulose erzielt. Die schmerzstillende Wirkung bei chronischen Gelenkerkrankungen und Neuritiden ist manchmal (aber nicht in allen Fällen) ausgezeichnet.

Die Behandlung mit künstlicher Höhensonne wird von L. in ausgedehntem Maße angewandt. Sie kommt hauptsächlich in Frage bei allen Rekonvaleszenten, durch langes Krankenlager und Operation geschwächter Personen, bei Neurasthenikern mit allgemeiner Erschlaffung und Schlaflosigkeit, des weiteren bei Anämie und Chlorose. Neben der günstigen allgemeinen Wirkung ist eine schnelle Zunahme des Hämoglobins zu beobachten. Es ist eine Freude, zu sehen, wie namentlich die schwächlichen und anämischen Kinder unter dieser Behandlung sich schnell erholen und aufblühen.

Reiche berichtet über die Erfolge der Röntgentherapie bei Lymphosarkomatose, Hodgkin und Leukämie. Zwei Fälle von Hodgkin, von denen der eine so schwer war, daß man kaum noch den Transport ins Röntgenzimmer wagen wollte, wurden zu einer seit Monaten bestehenden Rückbildung gebracht. Drei Frauen mit myeloischer bzw. lymphatischer Leukämie sind seit 2—3 Jahren sehr erheblich gebessert. Bei einem Fall von Lymphosarkom des Darmes wurde eine beträchtliche allgemeine und lokale Besserung erzielt, bei einem Manne mit Lymphosarkom des Mediastinums wurde eine Beseitigung nicht nur des Primärtumors, sondern auch der sehr zahlreichen Metastasen in Knochen, Hoden und Haut erreicht, bis eine rasche Aussaat immer neuer, schnell wachsender sekundärer Tumoren den Exitus herbeiführte.

Sänger berichtet über $2^1/_2$ jährige Erfahrungen betreffs der Röntgenbestrahlung von Gehirn- und Rückenmarksgeschwülsten.

Ein ganz auffallender Erfolg bei einem Fall von Rückenmarkstumor war der Anlaß, diese Behandlung bei einer Reihe von Fällen zu versuchen. In dem genannten Falle handelte es sich um ein 25 jähriges Mädchen mit intramedullärem Gliom, das während $2^1/_2$ Jahren von Albers-Schönberg in 33 Serien der Röntgentherapie unterzogen wurde. Das Resultat war, daß sie jetzt ohne Stock umhergehen und Treppen steigen kann und eine Stellung angenommen hat. Bei 2 anderen Fällen von Rückenmarkstumoren, die sich nicht operieren lassen wollten, wurde ebenfalls Röntgentherapie versucht. Im ersten Falle ließen die Schmerzen nach, im zweiten machte das Leiden wenigstens keine Fortschritte.

Auch bei Hirntumoren ließ Sänger die Strahlentherapie anwenden: 1. bei einem Kleinhirnbrückenwinkeltumor. Hier ergab die Obduktion, daß der Tumor deutlich erweicht war, was S. auf die Strahlenwirkung zurückführt. 2. Bei einem Tumor des linken Okzipitallappens. Bei der Patientin trat Besserung der Schmerzen nach der Behandlung ein. 3. Bei einer anderen Patientin mit linksseitigem Okzipitaltumor, der bis jetzt 14 mal bestrahlt

worden ist. Sie ist soweit subjektiv gebessert, daß sie ambulant behandelt werden kann. Hier wurde die Radiotherapie mit der Palliativtrepanation kombiniert. 4. Bei einem Tumor des rechten Parietallappens ist eine ganz auffallende Besserung eingetreten. 5. Bei einem Kranken mit Balkentumor, der infolge seiner Geschwulst das Sehvermögen und das Gehör beinahe verloren hatte, ist eine Besserung der Erscheinungen aufgetreten. 6. Bei 3 Fällen von Hypophysistumoren (2 Fälle davon Akromegalie) trat ein Mißerfolg ein. Die Kranken reagierten ungünstig und bekamen nach der Bestrahlung heftige Schmerzen. 7. In einem Fall von Kleinhirntumor traten nach der Behandlung kurze Erregungszustände auf.

Da mit Ausnahme der letztgenannten Fälle die Behandlung gut vertragen wurde, hielt es S., in Anbetracht der in manchen Fällen zu erzielenden günstigen Erfolge, für angezeigt, bei Rückenmarks- und Hirntumoren einen Versuch mit der Röntgentherapie zu machen.

Ref. aus Dt. med. Woch. u. Berl. kl. Woch. 1918.

Gynäkol. Gesellschaft zu Berlin. Sitzung v. 15. März u. 26. April 1918.

Prof. Warnekros: Vortragender zeigt eine Reihe von Patientinnen, bei denen zum Teil weit **fortgeschrittene Karzinome durch Bestrahlung geheilt** sind und bei denen die Heilung 4—5 Jahre anhält. Es befinden sich dabei Mammakarzinome, welche schon auf die Rippen übergegriffen hatten, Rektum- und Zervixkarzinome, bei denen bereits karzinomatöse Scheidenmastdarmfisteln eingetreten waren, und auch ein Rezidiv eines Magenkrebses. In allen Fällen sind große Mengen Radium und sehr starke Bestrahlungen, in vielen Fällen nur einmalige, angewandt worden. Nach den in der Frauenklinik gemachten Erfahrungen hält sich Redner für berechtigt, diese Therapie weiter auszubauen.

Diskussion:

Mackenrodt: Die Röntgenbehandlung scheint vor dem Radium die Oberhand gewinnen zu wollen. Die von Warnekros berichteten Heilungen sind zwar hocherfreulich, aber es wäre verkehrt, das Messer ganz ausschalten zu wollen; namentlich bei den harten Karzinomen bietet doch die Operation gute Heilungsaussichten. Ferner kann durch vorherige operative Entfernung der Muttergeschwulst die Wirkung der Bestrahlung nur gefördert werden. Wir gebrauchen zuverlässige Strahlen-Institute, die von wirklichen Fachmännern geleitet werden und zu denen die Ärzte in Beziehung treten können. Die chirurgische und die Strahlenbehandlung sollen nicht in Kampfstellung zueinander treten, sondern sich möglichst ergänzen. Redner geht sodann auf die einzelnen Fälle ein und gibt zu, daß bei Magenkarzinomen Erfolge durch die Bestrahlung beobachtet sind.

Koblanck teilt mit, daß im Rudolf Virchow-Krankenhause zwar seit dem Jahre 1913 Strahlenbehandlung angewendet wurde, daß aber in der ersten Zeit ausschließlich verzweifelte Fälle damit behandelt wurden und daß auch noch keine feste Methode bestand; vielfach wurde das Radium auch nur symptomatisch zur Stillung von Jauchung und Blutung verwandt. Er kann daher keine Statistik über 4—5 Jahre vorweisen, aber er verfügt über 4 vorgeschrittene Fälle, die über 4 Jahre zurückliegen, die noch heute gesund sind. Darunter war auch ein Peniskarzinom, dessen Operation vom Chirurgen abgelehnt war.

Pritzel: Redner macht weitere Zahlenangaben über das Material des Rudolf Virchow-Krankenhauses: Von 600 mit Radium behandelten Fällen entfallen 134 auf die Jahre 1913 und 1914. Am Leben sind jetzt noch 10 = 6%. Ein besonders glücklicher Erfolg war die Heilung eines schweren Tonsillarkarzinoms. Um die Wirkung der Strahlen zu erhöhen, haben sich Enzytolinjektionen bewährt.

Strassmann: Bei Korpuskarzinomen ist die Operation, bei Zervixkarzinom die Bestrahlung vorzuziehen. Allerdings sind die durch Radium häufig entstandenen Fisteln sehr unangenehm. Im allgemeinen scheinen sich die Ansichten der Gynäkologen jetzt nach der Seite der nicht-operativen Behandlung zu neigen.

Franz: Die Entscheidung, ob Bestrahlung oder Operation, ist manchmal sehr schwierig zu treffen. Es gibt Karzinome, die für Bestrahlungsbehandlung sehr geeignet sind, andere wieder sind es nicht. F. operiert zur Zeit noch die Mehrzahl. Bezüglich der Technik steht F. auf dem Standpunkt, daß Radium allein ungeeignet ist, es muß stets mit Röntgenstrahlen kombiniert werden. Es scheint jetzt, daß die Veifa-Werke den zu fordernden Ansprüchen hinsichtlich der Apparatur gerecht geworden sind.

Bumm: Die Frage, wann im Einzelfall die Bestrahlung, wann Operation vorzuziehen sei, kann noch nicht als entschieden angesehen werden. In einigen Fällen leistet die Operation mehr als die heute mögliche Bestrahlung. Dazu kommt, daß die Strahlentherapie auch ihre Gefahren hat. Alte Entzündungsprozesse können wieder aufgerührt werden und zu Peritonitis und Sepsis führen; auch Aufflammen alter Gonorrhöen sind beobachtet. In einem Falle ist durch Einlegen des Radiums eine Infektion mit Schenkelthrombose erfolgt, die zum Exitus führte. Weiter sind als Nachteile der Strahlentherapie anzuführen die kolossalen Kosten und die große Unbequemlichkeit für Arzt und Patientin, sowie vor allem auch der Umstand, daß die Kranken sich häufig halb geheilt der Behandlung entziehen. Alle diese Umstände lassen oft die Operation rätlich erscheinen. Es werden noch Jahre vergehen, bis man ein definitives Urteil gewinnen wird über die Frage, wann im Einzelfalle Bestrahlung, wann Operation vorzuziehen ist.

Nagel: Redner (ein prinzipieller Gegner der Strahlentherapie) möchte den Prozentsatz der Heilungen von Warnekros wissen und macht auf die vielen unangenehmen Nebeneinwirkungen der Bestrahlungen nochmals aufmerksam.

Schäfer teilt mit, daß in der Königl. Frauenklinik (Bumm) in den Jahren 1913—1915 von 282 bestrahlten Fällen von Kollumkarzinom 60 Fälle noch leben = 25%, von 74 operablen Fällen waren 28 geheilt = 33%.

Warnekros kann es nicht billigen, daß man prinzipiell beim Krebs erst die Muttergeschwulst nach Möglichkeit operativ entfernen und dann bestrahlen soll. Nur bei den Mammakarzinomen ist diese Methode indiziert.

Ref. aus Mon. f. Geb. u. Gyn. 1918.

Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur zu Breslau.
Sitzung vom 18. Januar 1918.

Heimann. Fünf Jahre Strahlentherapie.

Diskussion:

Küstner betont seinen schon oft geäußerten Standpunkt, daß operable Uteruskrebse operiert werden müssen.

Er demonstriert ein Präparat eines exstirpirten Uterus, der bei der klinischen Untersuchung nur ein kleines, flaches, höchstens zehnpfennigstückgroßes karzinomatöses Ulkus an der hinteren Muttermundslippe aufwies. Man hätte dieses karzinomatöse Ulkus in kürzester Zeit durch Strahlen zur Abheilung bringen können. K. machte, seinen Prinzipien getreu, die Abdominaloperation. Die mikroskopische Untersuchung ergab nun, daß außer diesem Ulkus noch eine Reihe 5—6 cm in die Tiefe reichende Krebsinseln vorhanden waren, die bei einer Bestrahlung niemals von der vollen Strahlenwirkung erfaßt worden wären, da diese erfahrungsgemäß nur 3—4 cm tief reicht.

Wir können durch die klinische Untersuchung niemals feststellen, bis in welche Tiefe der Uterus krebsig erkrankt ist. Das können wir im frühesten Falle erst, wenn der Uterus aufgeschnitten vor uns auf dem Teller liegt und oft auch erst, wenn die mikroskopische Untersuchung vorgenommen ist. Bei der operativen Entfernung des Uterus werden aber alle höher gelegenen Krebsherde mit entfernt. Und deshalb ist und bleibt die operative Entfernung des Uterus verglichen mit der Bestrahlung das sicherere, verläßlichere Verfahren.

Allerdings ist eine rationelle Auswahl der der Operation zu unterziehenden Fälle notwendig. Man soll mit der Operation nichts Unmögliches leisten wollen und soll nicht glauben, daß man weit fortgeschrittene Karzinome rezidivfrei bekommt.

Die guten Erfolge, welche K. mit der prophylaktischen Bestrahlung, d. h. der Bestrahlung der Operierten zu haben glaubt, konnten den Gedanken nahelegen, ob man nicht die gefährlichere abdominale Operation aufgeben, zu der weniger gefährlichen vaginalen übergehen und dann eventuell zurückbleibende klinisch aber nicht nachweisbare Karzinomreste durch die prophylaktisch zu applizierenden Strahlen vernichten lassen soll. K. empfiehlt das nicht. Die abdominale Operation ist doch erheblich gründlicher und man soll den Strahlen nicht zu viel Arbeit überlassen.

L. Fränkel: Vortragender ist der Ansicht, daß die Strahlentherapie der Karzinome des Uterus keinen Fortschritt bedeutet. Der Optimismus einzelner Autoren, welche zur völlig operationslosen Behandlung der Krebse übergegangen sind, wird sicher wieder weichen.

F. warnt insbesondere dringend vor der intrauterinen Einführung der Radiumröhrchen bei Korpuskarzinom. Er hat einen Fall beobachtet, wo das Radium eine schwere septische nekrotisierende Entzündung und Einschmelzung bewirkt und die Kranke an den Rand des Grabes gebracht hatte.

Vollkommen anders liegen die Verhältnisse bei Metropathien, wo die Strahlen eine schmerzlich empfundene Lücke in der Therapie ausfüllen, denn die früher übliche Abrasion der Uterusschleimhaut war ein völlig verkehrtes, sinnloses barbarisches Verfahren, mit dem man ein Organ behandelte, welches gar nicht erkrankt war.

In der Behandlung der Myome ist F. kein Anhänger der Röntgentherapie; er glaubt, daß die operative Behandlung — abgesehen von besonderen Kontraindikationen gegen diese — den Vorzug verdient.

A. Most: Vortragender sah bei chirurgischen Tuberkulösen, vor allem bei Lymphomen von der Röntgentherapie günstige Erfolge, die bewirkten, daß die operativen Maßnahmen hier immer mehr eingeschränkt wurden.

Die Resultate der Röntgentiefentherapie der Krebse haben ihn dagegen enttäuscht. Neben einigen positiven Erfolgen — er konnte z. B. einen Parotistumor zum Schwinden bringen, ein Magenkarzinom, das vor einem Jahr gastroenterostomiert wurde, über Wasser halten, bei Mammakarzinomen wiederholt Knötchen der Drüsenrezidive beseitigen — sah er doch in der Mehrzahl der Fälle Mißerfolge und von einem Sieg der Röntgenstrahlen über den Brustkrebs, wie ihn Loose verkündete, kann keine Rede sein.

Silberberg: Die Erfolge des Vortragenden hinsichtlich der Karzinomtherapie waren bei weitem nicht so schlecht wie die der Breslauer Frauenklinik. Viel liegt an der Auswahl der Fälle. Wenn alles, was eben noch operabel ist, operiert wird, und nur die schlechtesten Fälle der Strahlentherapie zugeführt — wie das in der Breslauer Frauenklinik geschieht — so müssen natürlich Erfolge sich schwer erzielen lassen. Dabei ist zu bedenken, daß die Technik auf diesem Gebiete doch noch in Fluß ist und daß fortlaufende Verbesserungen der Technik uns auch eine Verbesserung der Erfolge der Strahlentherapie bringen werden.

Henke: Bei der Beurteilung der Behandlungsergebnisse der einen oder der anderen Methode des Vorgehens muß besonders für das Karzinom noch mehr in Betracht gezogen werden, daß auch der Charakter der einzelnen Krebse doch ein sehr verschiedener ist. Die Karzinome sind sehr verschieden bösartig in ihrem Ablauf. Besonders die bindegewebsreichen, zirrhösen Karzinome verlaufen oftmals sehr langsam, die Metastasenbildung läßt lange auf sich warten und auch der örtliche destruierende Prozeß schreitet nicht schnell vorwärts. Diesen Formen stehen gegenüber die zellreichen Formen des Karzinoms, von denen wir annehmen müssen, daß, wenn auch nur einzelne Karzinomzellen bei der Operation im Körper zurückbleiben oder die von den Strahlen nicht zerstört werden konnten, ein Rezidiv unvermeidbar wird und der weitere Verlauf sich schnell vollzieht.

Diese Unterschiede müssen auch bei der Beurteilung der therapeutischen Maßnahmen in Rechnung gezogen werden.

Jadassohn: Gerade bei den Hautepitheliomen ist die Übereinstimmung zwischen histologischem Bau und therapeutischer Reaktion gegenüber den Strahlen sehr gut zu konstatieren. Die relativ sehr benignen Basalzellenepitheliome reagieren auf Röntgenstrahlen ebenso wie auf Radium außerordentlich viel schneller und günstiger als die viel maligneren und schneller wachsenden Spinalzellenepitheliome, so daß lange Zeit bei vielen Dermatologen die Ansicht bestand, daß man die Basalepitheliome bestrahlen, die Spinalzellenepitheliome aber operieren solle. Es ist nun unzweifelhaft nachgewiesen, daß auch die letzteren oft mit großen Dosen von Röntgenstrahlen gut zu beeinflussen sind, der Unterschied bleibt aber immer noch deutlich bestehen.

Gesellschaft der Schweizer Ärzte des Kantons Waadtland.
Sitzung vom 15. März 1917 in Lausanne.

Prof. Dind. Demonstration einiger mit Röntgentherapie behandelter Krebse.

Der Vortragende betont zunächst, daß bei der Behandlung der Epitheliome der Haut zu schwache Dosierung, die eine Reizwirkung auf die Tumorzellen ausübt, schwere Gefahren in sich birgt. Die Verwendung von Filtern, welche die unzureichende und schädliche Wirkung der weichen Strahlen eliminiert, gestattet zugleich die Applikation hoher und selbst sehr hoher Dosen harter Strahlung. Die so erzielten Resultate sind viel günstiger und treten viel schneller auf als mit der alten Methode der Verwendung weicher Strahlen. Daneben ist es für die Behandlung der Hautkrebse notwendig, vor der Bestrahlung die Oberfläche des Karzinoms, von Krusten und hyper- und parakeratotischen Schuppen völlig zu säubern, da diese selbst in minimaler Dicke geeignet sind, den Strahlen bei ihrem Durchgang in die tieferen Hautschichten erheblichen Widerstand entgegenzusetzen.

Der Vortragende demonstriert 4 Fälle:

a) Einen Basalzellenkrebs am Kieferwinkel, der zur Bildung von kindskopfgroßen Drüsentumoren am Halse geführt hatte. Unter dem Einfluß der Behandlung (248 H, nach Filterung) sind diese Tumoren fast gänzlich verschwunden.

b) Rezidiv (nach Operation) eines Rundzellensarkoms in der Gegend des Manubrium sterni mit Metastasen, die über die ganze Haut des Thorax disseminiert waren, sowie Drüsentumoren in den Achselhöhlen. Nach Applikation von 480 H trat Heilung ein, die jetzt 2 Jahre anhält.

c) Rezidiv (nach Operation) eines Osteosarkoms des rechten Oberkiefers bei einem Kinde von 6 Monaten. Der sehr umfangreiche Tumor scheint völlig verschwunden.

d) Ein inoperables sehr ausgedehntes Sarkom in der linken Inguinalbeuge, das zur Zeit geheilt ist. Als einzige Spur der Erkrankung ist nur noch eine geringe Verdickung der Haut in der ursprünglich befallenen Region zu bemerken.

e) Ein spongio-zelluläres Epitheliom an der Ferse. Obwohl diese Form des Krebses (Cancroid) nicht sehr radiosensibel ist, wurde mit sehr hoher Dosierung ein Erfolg erreicht. *Ref. aus dem Korr. f. Schw. Ä. 1917.*

Société médicale de Genève. Sitzung vom 16. November 1916.

M. Beuttner. Die Radiumbehandlung des Uteruskrebses.

Seit dem Jahre 1914 wird jede Kranke mit Karzinom, welche in die Maternité de Genève aufgenommen wird, ob operabel oder inoperabel, mit Radium behandelt. Die operative Behandlung ist vollkommen aufgegeben worden.

Die Zahl der bisher in der Maternité mit Radium behandelten Fälle beträgt 76. Die dabei erzielten Resultate sind sehr wahrscheinlich den Operationsresultaten überlegen.

Der Vortragende demonstriert 4 klinisch geheilte Kollumkarzinome sowie einen Fall von Vulvakarzinom. Bei dem letzteren handelte es sich um ein Epitheliom der rechten großen Labie, das vor einem Jahr operiert worden war. Kurz darauf trat ein Rezidiv ein, das, mit Radium behandelt, den Tumor völlig zum Verschwinden brachte.

Ref. aus dem Korr. f. Schw. Ä. 1917.

Medizinische Gesellschaft Basel. Sitzung vom 24. Mai 1917.

Prof. de Quervain stellt einige Fälle von sogenannten **Anilintumoren der Blase** vor. Diese Tumoren stellen in dem vielfach noch so dunklen Gebiete der Geschwulstätiologie eine jener wenigen Geschwulstgruppen dar, welchen die Bedeutung eines allerdings recht unerwünschten Experimentes zukommt. Wir können die durch jahrelangen Einfluß gewisser chemischer Substanzen verursachten Veränderungen verfolgen von den elementaren Reizerscheinungen am Epithel durch das gutartige zum bösartigen Papillom und schließlich zum typischen Carcinoma solidum. Die klinischen Initialerscheinungen sind immer Blasenreiz und Blasenblutung.

Der folgende Fall illustriert die Leistungsfähigkeit der Röntgentherapie dieser Krankheit.

Rezidivierendes, ursprünglich gutartiges, karzinomatös gewordenes Papillom, entstanden nach 16jähriger Arbeit in einer chemischen Fabrik. Von 1903—1910 dreimal operiert, das erste Mal als reines Papillom (1903), dann 1907 und 1910 als histologisch krebsiges Papillom. Seit der letzten Operation sind wieder dreimal Rezidive in den Bauchdecken aufgetreten, bis zu Apfelgröße, die jedesmal durch energische Röntgenbehandlung zum Schwinden gebracht sind. Seit fast 2 Jahren besteht jetzt völliges Wohlbefinden. Rezidivtumoren jetzt spurlos verschwunden.

2. Vortragender demonstriert ferner 2 Soldaten mit Aktinomykose, die sie sich nach monatelangem Schlafen im Stroh zugezogen hatten.

a) 31jähriger Mann zeigt einen aktinomykotischen Abszeß in der rechten Scheitelgegend und einen ebensolchen in die Tiefe reichenden Abszeß am linken Oberschenkel. Unter der Behandlung mit Röntgenstrahlen in Verbindung mit Jodkalium kam es zu einer allmählichen Heilung des Abszesses am Kopf, während der Abszeß am Oberschenkel sich besserte. Der Kranke entzog sich der weiteren Behandlung, der Hüftabszeß verschlimmerte sich dadurch wieder und im Anschluß an Lungenmetastasen trat nach Jahresfrist der Tod ein.

b) 31 jähriger Mann, bei dem allmählich sich das Bild der klassischen Aktinomykose im Bereiche des Unterkiefers und der oberen linken Halsgegend herausbildete. Behandlung war: kleine operative Eingriffe, Röntgenstrahlen und Jodkalium. Dabei trat eine stetig fortschreitende Besserung ein.

Ref. aus dem Korr. f. Schw. Ä. 1918.

Medizinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft zu Jena.
Sitzung vom 13. Dezember 1917.

Keysser. Zur Radiumbehandlung des operablen Peniskarzinoms.

Vortragender demonstriert einen Patienten mit einem operablen Peniskarzinom, der nach vorheriger exakter chirurgischer Ausräumung der Leistendrüsen mit Radium behandelt wurde und seit $3^1/_2$ Jahren geheilt ist. K. hat seinen Standpunkt, den er mit Vorbehalt auf dem Chirurgenkongreß 1915 vertreten hat, jetzt endgültig dahin festgelegt, daß bei jedem operablen Peniskarzinom zur Vermeidung der schweren Verstümmelung der Versuch der Radiumbehandlung nach vorheriger radikaler Ausräumung der Inguinaldrüsen gerechtfertigt ist. *Ref. aus der Berl. kl. Woch. 1918.*

Ärztlicher Verein in Frankfurt a. M.
Sitzungen vom 3. Dezember 1917 und 21. Januar 1918.

Eckelt. Die Resultate der Radiumbestrahlung beim operablen und inoperablen Kollumkarzinom an der Frankfurter Universitäts-Frauenklinik.

Es besteht Übereinstimmung darüber, daß die Radiumbestrahlung bei inoperablen Fällen von Carcinoma uteri ein wirksames Mittel ist, aber die Frage, ob sie auch bei operablen mit der Operation konkurrieren kann, ist noch ungelöst. An der Frankfurter Frauenklinik hat man jetzt seit 2 Jahren angefangen, auch die operablen Fälle zu bestrahlen. Die Resultate mit alleiniger Radiumtherapie waren:

a) Bei Krebsen mit $2-2^1/_2$ jähriger Beobachtungsdauer nach der Bestrahlung: Von 18 operablen Krebsen und Grenzfällen waren noch 9, von 20 inoperablen noch 3 Fälle gesund.

b) Bei Krebsen mit 1—2 jähriger Beobachtungsdauer: Von 10 operablen Karzinomen und Grenzfällen waren noch 7, von den 18 inoperablen noch 2 gesund.

Diese Heilungsziffern decken sich mit den Resultaten nach operativer Behandlung des Kollumkarzinoms nach einer ebenso langen Beobachtungszeit.

Die Behandlung erfolgte in der Weise, daß die Patientinnen 3 mal 24 Stunden vaginal und ebenso lange zervikal mit 50 mg 96% Radiumbromids bestrahlt wurden; zwischen je 2 dieser 6 Sitzungen lag immer ein Zeitraum von 6 Tagen.

Die zervikale Bestrahlung wurde unter Erweiterung der Zervix und nur unter strengsten aseptischen Kautelen vorgenommen.

Schädigungen der Nachbarorgane, wie Blasen- und Darmtenesmen sowie Fistelbildungen wurden nach vaginaler Bestrahlung nur dann beobachtet, wenn sich infolge abnormer (karzinomatöser oder seniler) Verengerung der Scheide der Mastdarm und die Blase wenig oder gar nicht von der strahlenden Substanz abdrängen ließen. In diesen Fällen schützten auch Filter nicht vor Verbrennungen.

Die Kombination der Radiumbehandlung mit der Röntgentherapie erwies sich dem Vortragenden als nicht empfehlenswert. Er meint, daß bei der Röntgentherapie die Einschmelzungsdosis für das Karzinom in allen Fällen notwendigerweise auch zu Haut- und Darmzerstörungen führen muß.

Auch die postoperative Bestrahlung mit Röntgenstrahlen ist nach Ansicht Eckelts wenig aussichtsreich.

Die Drüsenmetastasen, die ja auf vaginalem und zervikalem Wege nicht mit der Radiumtherapie zu erreichen sind, wurden — da man auf die Röntgentherapie verzichtete — in der Weise angegriffen, daß sie auf extraperitonealem Wege operativ ausgeräumt wurden und dann in die Wundhöhle das Radium eingelegt wurde.

Operable Korpuskarzinome sind schwerer durch die Radiumtherapie zu beeinflussen, sie werden deshalb operiert.

Diskussion:

Bärwald: Die von der Frankfurter Frauenklinik geschilderten Erfolge bei der Strahlentherapie der Uteruskrebse gibt dem Vortragenden Veranlassung, eine Patientin zu demonstrieren, die seit 25 Jahren durch vaginale Totalexstirpation von ihrem Krebs geheilt ist. Er verfügt außerdem über 3 Fälle, welcher 7, 6 und 5 Jahre nach abdominaler Totalexstirpation und nachfolgender Röntgenbestrahlung völlig gesund sind. Diese Erfolge veranlassen ihn, vorläufig daran festzuhalten, die operablen Fälle zu operieren, sie aber dann einer postoperativen Röntgentherapie zu unterziehen.

Aus dem offiziellen Protokoll, Mün. med. Woch. 1918.

Ärztlicher Verein in Hamburg. Sitzung vom 20. November 1917.

Hänisch: Vortragender demonstriert eine Reihe von Patienten, die den **günstigen Erfolg der Röntgenbestrahlung bei bösartigen Tumoren**, der bei manchen Fällen zu erzielen ist, vor Augen führen sollen.

Ein ausgezeichnetes Resultat wurde erreicht bei einem 77 jährigen Manne mit einem Karzinom der Orbita, ebenso in einem Falle von ulzerierendem Tumor der Nase. Einige Mediastinaltumoren wurden sehr günstig beeinflußt, rezidivierten allerdings später. Lymphosarkome und Hodgkinsche Tumoren reagierten gut. *Eig. Bericht, Mün. med. Woch. 1917.*

Ärztlicher Verein Frankfurt a. M. Sitzung vom 18. November 1918.

Eckelt. Die Bedeutung der Strahlenempfindlichkeit der Ovarien für die gynäkologische Therapie.

Die Strahlenkastration, ein heutzutage durchaus ungefährliches Verfahren, vermag in der Behandlung der essentiellen Blutungen voll und ganz die Operation zu ersetzen. Bei Anwendung kleiner Dosen gelingt es mitunter sogar, nur die pathologischen Blutungen zu beseitigen, ohne daß die Menstruation aufgehoben wird, was besonders bei der Behandlung jugendlicher Patientinnen beachtet werden sollte.

Auch die Strahlenbehandlung der Myome hat eine Heilungsziffer von 100%, wenn man von der Bestrahlung ausschließt:

1. Myome mit Verdrängungserscheinungen, die sofort beseitigt werden müssen.
2. Myome, die wegen Wachstums, in der Menopause oder kontinuierlicher Blutungen auf maligne Degeneration verdächtig sind.
3. Infizierte Myome.

Dagegen ist hochgradige Anämie keine Kontraindikation und ebensowenig Fieber, wenn andere für eine Infektion des Tumors sprechende Symptome fehlen.

Auch die Osteomalazie wird durch die Strahlenkastration günstig beeinflußt. Vortragender sah unter 5 in dieser Weise behandelten Fällen viermal eine deutliche Besserung danach eintreten.

Ferner sollte bei chronischen Entzündungen am inneren Genitale, die unter dem Einflusse der Menstruation immer wieder rezidivieren, der Ver-

such gemacht werden, durch die Strahlenkastration eine Dauerheilung herbeizuführen, bevor man sich zu einem größeren operativen Eingriff entschließt.

Schließlich verdient diese Methode noch als Mittel zur künstlichen Sterilisierung angewandt zu werden, wenn z. B. bei vorgeschrittener Tuberkulose oder einem dekompensierten Vitium cordis ein operativer Eingriff als besonders gefahrvoll angesehen werden muß. *Aus der Med. Kl. 1918.*

Geburtshilflich-gynäkol. Gesellschaft in Wien. Sitzung vom 16. April 1918.

P. Werner. Beitrag zur Kenntnis des Verhaltens der Eierstockfunktion nach der Röntgentiefentherapie.

Der Autor machte es sich bei der Röntgenbestrahlung der Metrorrhagien und der Myome zum Prinzip, als Resultat der Behandlung nach Möglichkeit keine Amenorrhoe, sondern nur eine Oligomenorrhoe zu erzielen, um wieder einen der Norm ähnlichen Menstruationstyp herbeizuführen.

Insgesamt wurden 376 Fälle behandelt; davon sind 229 sogen. essentielle Metrorrhagien, 147 Myome.

Was zunächst die Metrorrhagien anlangt, so waren 20 Patientinnen unter 20 Jahre alt. 17 mal wurde Oligomenorrhoe erzielt. 3 Fälle wurden amenorrhoisch. Nur 3 Patientinnen sind rezidiviert und mußten neuerdings behandelt werden.

Bei den 37 Patientinnen bis 30 Jahr kam es 27 mal zu Oligomenorrhoe, 10 mal zu Amenorrhoe. Nur 4 mal traten in dieser Gruppe später wieder Blutungen auf, von denen 3 durch neuerliche Bestrahlungen, eine durch Operation geheilt wurden.

In der folgenden Gruppe bis zum 40. Jahr waren 66 Fälle. Davon wurden 21 durch die Bestrahlung oligomenorrhoisch, 45 amenorrhoisch. Rezidive, die neuerliche Strahlentherapie erforderten, traten in 5 Fällen ein; 1 Fall mußte operiert werden.

Von den 89 Fällen bis zum 50. Jahr wurden 86 amenorrhoisch, 3 mal kam es zu Oligomenorrhagie.

Die 17 Fälle jenseits des 51. Jahres wurden alle amenorrhoisch. Bei den Myomen sind ähnliche Ergebnisse zu verzeichnen.

Man sieht aus diesen Zahlen, daß bei jungen Frauen im allgemeinen das gewünschte Resultat, Oligomenorrhoe, erzielt worden ist; mit zunehmendem Alter steigt der Prozentsatz der Amenorrhoen. Dabei waren bei älteren Frauen die angewendeten Dosen meist kleiner oder höchstens so groß wie die, mit welchen bei jungen Frauen Oligomenorrhoe erzielt wurde. Bei Frauen über 40 Jahren genügten 2—3 Sitzungen, bei jungen waren gewöhnlich 5—6 notwendig. Bei den Myomen waren die Dosen im allgemeinen etwas größer.

Die Frage, ob und wie weit die Eier bzw. die künftigen Früchte durch diese Methode geschädigt werden, ist noch unentschieden. Nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen (2 vor der Schwangerschaft bestrahlte Frauen brachten ganz gesunde Kinder zur Welt) besteht kein Grund, jugendliche Individuen in geeigneten Fällen von der Strahlenbehandlung auszuschließen[1]).

Diskussion:

O. Frankl sammelt seit 5 Jahren die Präparate der Ovarien jener Fälle, welche trotz Anwendung sehr hoher Röntgendosen Fortdauer starker Blutungen zeigten und zur Radikaloperation zwangen. Die Ovarien waren klein, schlaff, atrophisch, nicht selten in dünnwandige, schlaffe kleine Zystensäcke verwandelt. Die mikroskopische Untersuchung der bisher verarbeiteten Fälle zeigte Untergang des gesamten epithelialen Apparates, Mangel aller Follikel, auch voll-

[1]) Die ausführliche Arbeit erscheint im Arch. f. Gyn. Sie wird später ausführlich hier referiert werden.

kommener Mengel von Corpora albicantia: also das Bild weit gediehener Rückbildung. Trotzdem bestand in diesen Fällen schwere Blutung. Die Erklärung dieser Tatsache kann in zweifacher Richtung sich bewegen. Entweder nimmt man an, daß die Regulierung der Blutungen nicht bloß von den röntgenempfindlichen, follikulären Elementen, sondern auch von anderen innersekretorisch aktiven Anteilen des Eierstocks ausgeht, oder aber man kann die Frage dahin beantworten: Es können unter pathologischen Verhältnissen Gefäßveränderungen in der Mucosa uteri im Sinne mächtiger, sinuöser Erweiterungen der Kapillaren entstehen, die so hochgradig sind, daß sie durch Röntgenbestrahlung via ovarii nicht mehr rückgängig gemacht werden können. Es bestehen hier dann weniger hormonal ausgelöste, als bereits mechanisch provozierte Blutungen, denn die kavernös veränderten Gefäße sind mitunter so nahe der Oberfläche der Schleimhaut, daß jede leichte Uteruskontraktion eine Gefäßläsion und Blutung auslösen kann. Bei submukösen Myomen und Schleimhautpolypen sind diese Gefäßektasien am augenfälligsten.

Ref. aus der Mon. f. Geb. u. Gyn. 48, 2 und Zbl. f. Gyn. 1918, Nr. 24.

Medizin. Verein Greifswald. Sitzung vom 4. Mai 1918.

Lichtbehandlung in der Gynäkologie.

Stephan berichtet über die Indikationsstellung zur Lichttherapie und die Erfahrungen, welche mit dieser seit 4 Jahren in der Greifswalder Frauenklinik gesammelt wurden.

Lokalbestrahlungen wurden bei Erosionen, Geschwüren und Tuberkulose der Portio, sowie bei Lupus der Vulva und Pruritus mit gutem Erfolge ausgeführt.

Zu Allgemeinbestrahlungen eignen sich besonders Blasen- und Peritonealtuberkulosen; auch wurde die Allgemeinbestrahlung ganz allgemein zur Hebung des Allgemeinzustandes bei geschwächten Patienten nach schweren gynäkologischen Operationen herangezogen. *Ref. aus der Med. Kl. 1918.*

Ausschußsitzung und 22. Hauptversammlung des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose. Sitzung vom 15. Juni 1918.

Prof. Bier, Berlin. Die Behandlung der sogen. chirurgischen Tuberkulose.

Die Erkrankung, welche besonders die Tuberkulose der Knochen, Drüsen und Gelenke, erst in zweiter Linie die Tuberkulose der Verdauungsorgane umfaßt, ist deshalb ein besonders schweres Leiden, weil sie dem Kinde die Jugend raubt und zur Verkrüppelung und Entstellung für das ganze Leben führt, häufig auch nach langem Siechtum mit dem Tode endigt. Bis vor kurzem kannte man als Heilmittel nur die Wegnahme der erkrankten Partie mit dem Messer, die stets eine verstümmelnde Operation darstellte. Allmählich ging man zur hygienisch-diätetischen Behandlung über mit gleichzeitiger Ruhigstellung der erkrankten Gelenke durch Gips- und die Hessingschen Stützverbände. Erst durch Rollier-Leysin und Bernhardt-Samaden kam es zu einer Umwälzung in der Behandlung der chirurgischen Tuberkulose. Sie hatten in den Hochtälern der Schweiz die ganz besondere Wirkung der Sonne beobachtet und ihre Einwirkung auf die Kräftigung des Körpers kennen gelernt. Bier hat nun, auf diesen Erfahrungen fußend, durch das Entgegenkommen des Zentralkomitees am 1. März 1914 eine Anstalt zur Behandlung der chirurgischen Tuberkulose in Hohenlykten in der Mark eingerichtet und ist dort nach 4jähriger Erfahrung zu der Überzeugung gelangt, daß wir zur Sonnenbehandlung nicht die Hochtäler der Schweiz nötig haben, sondern auch in der Ebene die allerbesten Resultate erzielen können. Die Anstalt umfaßt jetzt 190 Betten. Von

den 430 dort behandelten Kindern sind jetzt 332 dauernd geheilt worden, 37 sind fast geheilt, 48 unverändert geblieben und nur 19, d. h. 4 % gestorben. Seit der Errichtung der Anstalt war es niemals mehr nötig, wegen Knochentuberkulose eine Resektion zu machen, obwohl es sich meistens um alte vernachlässigte Fälle handelte. Leider sind noch viel zu wenig derartige Anstalten vorhanden, die man überall, selbst in der Nähe großer Städte, erbauen kann. Da jetzt Aufnahmesuchende oft noch 3—4 Monate warten müssen, soll die Anstalt auf wenigstens 400 Betten gebracht werden. Ferner ist beabsichtigt, in der Nähe der Anstalt auf einem der dortigen Seen ein großes Floß zu erbauen und auf diesem die Kinder unterzubringen, da die Sonne durch die Reflexion vom Wasser aus ganz besonders wirksam ist.

B. hat sich auch in Hohenlycken große Mühe mit den künstlichen Lichtquellen gegeben, aber nicht dieselben Erfolge wie mit der natürlichen Sonne erzielen können.

Die Dauer der Behandlung darf keinesfalls zu kurz bemessen sein, 10 Monate genügen nur bei günstig verlaufenden Fällen.

Bemerkenswert ist noch, daß Bier die Drüsentuberkulose stets nur mit Sonnenkuren behandelt hat, nur in einem einzigen Fall wurde operiert.

Es ist nötig, daß der chirurgischen Tuberkulose mehr Aufmerksamkeit gewidmet wird, und es ist von sozialer Bedeutung, die Krankheit auszurotten, was bei frühzeitiger Behandlung in Sonnenheilstätten erreicht werden kann.

In der **Diskussion** werden die Ausführungen Biers bezügl. der guten Erfolge der Heliotherapie von den Herren Prof. Petruschky (Danzig), Generalarzt Schultzen (Berlin, Prof. Neisser (Stettin) und Dr. Steinberg (Breslau) bestätigt. *Ref. aus der Ztschr. f. Fortb. 1918 u. Dt. med. Woch. 1918.*

Ärztlicher Verein in Hamburg. Sitzung vom 5. Februar 1918.

Öhlecker. Über Knochen- und Gelenktuberkulose.

Während bei der Behandlung der Knochen- und Gelenktuberkulose vor 10 Jahren noch die operative Therapie im Vordergrund stand, ist sie seit dem letzten Jahrzehnt weit mehr orthopädisch und konservativ als chirurgisch geworden. Dabei ist auf die Allgemeinbehandlung der allergrößte Wert zu legen, wobei die von Rollier und Bernhard inaugurierte Heliotherapie die Hauptrolle spielt. Wichtig für den Erfolg der letzteren ist aber eine jahrelang konsequente Durchführung dieser Behandlungsart. In sonnenscheinarmen Gegenden sind natürlich die künstlichen Lichtquellen zur Therapie mit heranzuziehen. Unter diesen verdient das Quecksilberquarzlicht den Namen künstliche Höhensonne am wenigsten, dagegen kommt das Kohlenbogenlicht (Siemens Aureollampe) und eine neuartige und daher praktisch noch nicht genügend erprobte Metallfadenlampe (Spektrosollampe nach Christen) dem Sonnenspektrum am nächsten. Neben der Heliotherapie ist in der Allgemeinbehandlung in erster Linie die Ernährungstherapie sowie Medikation von Kalk und Phosphor von Bedeutung.

Die orthopädische Behandlung ist bei der Behandlung der chirurgischen Tuberkulose trotz Strahlentherapie in keiner Weise zu entbehren. Der Hauptgrundsatz für die örtliche Therapie ist völlige Ruhigstellung des Krankheitsherdes. Deshalb verwendet Vortragender nach wie vor den von Rollier verpönten Gips, der mit Licht- und Freiluftkur sehr wohl vereinbar ist; bei Spondylitis z. B. führt allein das Gipsbett zum Ziel.

Auch die chirurgische Behandlung muß bei geeigneten Fällen herangezogen werden. Die operative Entfernung des Krankheitsherdes ist besonders bei Trochanter- und Olekranontuberkulose, bei Rippenkaries und bei Erkrankung der Diaphysen vorzuziehen. Von größeren Operationen kommen nur noch Kniegelenksresektionen und Pirogoff in Betracht.

Von der Röntgentherapie sah der Vortragende wenig Erfolg. Auch die Biersche Stauung wird nicht mehr viel angewandt. Die spezifische Behandlung mit Tuberkulin oder mit Partialantigenen (nach Deycke-Much) bietet in der Hand des geübten Arztes sicher günstiges: Bei letzterer Behandlungsart ist allerdings viel Zeit und Geduld erforderlich; bei kleineren Kindern ist sie kaum durchzuführen. Ein sicheres Urteil über die Partialantigentherapie ist nach den bisherigen Erfahrungen des Vortragenden noch nicht möglich.

Von Bedeutung ist, daß in der Kriegszeit mit der mangelhaften Ernährung die Schwere der Erkrankungsfälle von Knochen- und Gelenktuberkulose zweifellos zugenommen hat.

Diskussion:

P. Wichmann. Was zunächst die Heliotherapie der chirurgischen Tuberkulose anlangt, so kann keiner der vorhandenen Apparate (künstliche Höhensonne, Aureollampe) im entferntesten die Wirkung der natürlichen Sonne ersetzen. Die „künstliche Höhensonne" verdient schon wegen ihres mangelhaften Spektrums diesen Namen nicht; die „Verbesserung" mit dem Glühlampenring hat lediglich die Bedeutung eines leichten Heizkörpers und kommt als Strahlungsenergie für Lichtwirkung nicht in Betracht. — Die therapeutischen Erfolge der Lichttherapie sind nur durch Steigerung der Antikörperproduktion zu erklären.

Bezüglich der spezifischen Therapie ist die Ponndorfsche Impfung empfehlenswert. Die Partialantigene nach Deycke-Much geben unbefriedigende Resultate: nur in einem von von W. behandelten 8 Fällen war ein Erfolg zu verzeichnen; in 2 Fällen trat trotz Antikörpervermehrung Verschlechterung ein und in 5 Fällen hatte die Behandlung keinen Erfolg.

Bei zirkumskripten Herden, die mit fistulösen Prozessen kompliziert sind, ist die Radium- bzw. Mesothoriumtherapie wegen ihrer leichten Anwendbarkeit und Dosierbarkeit von außerordentlicher Bedeutung.

Treplin weist auf die ökonomischen Schwierigkeiten hin, die einer Behandlung aller chirurgischen Tuberkulosen der unbemittelten Bevölkerungsklassen in klimatischen Kuranstalten namentlich im Hochgebirge gegenüberstehen. Die Hamburger Armenbehörde hat vor dem Kriege derartige Kinder mit unbeschränkter Kurdauer an die See nach Sahlenburg geschickt. Die Erfahrung hat gelehrt, daß sich an der See bei streng konservativem Vorgehen ebenso vorzügliche Resultate erzielen lassen wie Rollier sie in Leysin erzielt hat. Das wesentliche ist die unbeschränkte Kurdauer. Überall wo die Kurdauer in Seehospitälern beschränkt ist, wie z. B. in Berk sur mer (Ménard) oder in Schweden (Sinding-Larsen), ist eine konservative Therapie nicht durchführbar; die Kinder müssen dann zum großen Teil operiert werden. Das ist zweifellos ein Nachteil. Es sind demnach 2 Forderungen aufzustellen: 1. Die Kommunalbehörden müssen die chirurgisch-tuberkulösen Kinder mit unbeschränkter Kurdauer an die See schicken. 2. Es muß, wie bei der Lungentuberkulose, zum festen Gesetz werden, chirurgisch Tuberkulöse im Anfangsstadium gleich nach gestellter Diagnose in klimatische Kuranstalten an der See oder ins Hochgebirge zu schicken. Die gewöhnlichen Seehospize sind für chirurgisch tuberkulöse Kinder ungeeignet. Es muß eine spezialistisch orthopädische Behandlung garantiert sein sowie eine geübte ärztliche Dosierung der klimatischen Heilfaktoren.

Grüneberg hat in den letzten $3^1/_2$ Jahren 51 Fälle von Tuberkulose der Knochen und Gelenke und einige Weichteiltuberkulosen bei Kindern im Altonaer Kinderhospital ausschließlich mit Heliotherapie behandelt und ist mit den Resultaten in Bezug auf Heilung und Funktion zufriedener gewesen als mit den bisherigen Behandlungsmethoden. Die augenfälligste Wirkung der Behandlung ist eine auffallend schnelle Analgesierung der schmerzhaften

Gelenke, ferner eine günstige Beeinflussung der Fisteln. Am schnellsten geheilt werden die kleinen Gelenke sowie die Tuberkulosen der kurzen Röhrenknochen. — Die operativen ebenso wie die orthopädischen Maßnahmen wurden auf das geringste Maß beschränkt; eine Ruhigstellung der Gelenke war nicht nötig. Die Behandlungsdauer war langwierig, aber nicht länger als bei den früheren Verfahren.

Römer hat im Gegensatz zu Wichmann, in einem Teil seiner Fälle von Gelenk- und Knochentuberkulose, gute Erfolge mit der Partigenbehandlung nach Deycke-Much erreicht und empfiehlt einen Versuch mit dieser Methode, mit der vor allem vielfach eine auffallend rasche Hebung des Allgemeinzustandes erzielt wird.

Kümmell: In dem Vortrage von Oehlecker ist der wichtigste Punkt die Betonung der Allgemeinbehandlung der Erkrankten durch Sonnen- und Freiluftkur. In früheren Jahren ist dieser Heilfaktor gegenüber der Lokalbehandlung viel zu wenig berücksichtigt worden. Erst durch die günstigen Erfolge der Heliotherapie in den durch die Natur besonders bevorzugten Gegenden des Hochgebirges wie Leysin, St. Moritz u. a. oder an der Meeresküste, wo durch monate- und jahrelangen Aufenthalt die Patienten mit Knochentuberkulose Heilung finden, haben wir gelernt, in gleicher, wenn auch bescheidenerer Weise diese natürlichen Heilfaktoren den Insassen unserer Krankenhäuser zu Teil werden zu lassen. Der Erfolg ist gut. Man wundert sich, wie verhältnismäßig zahlreich doch die Sonnentage selbst in dem trüben Hamburg sind und wie durch Abhärtung das Allgemeinbefinden gehoben und durch die Sonnenwirkung die lokale Tuberkulose günstig beeinflußt wird. Der Vortragende demonstriert an einigen Bildern die Sonnen- und Freiluftbehandlung der an chirurgischer Tuberkolose leidenden Kinder im Eppendorfer Krankenhause im Winter und im Sommer. Schnupfen, Brochitiden, Anginen und sonstige Erkältungskrankheiten sind im Winter in dem Pavillon, in dem diese Behandlung durchgeführt wurde, überhaupt nicht aufgetreten. Daß die Behandlung nicht einseitig klimatisch sein darf, sondern die bekannten zahlreichen sonst erforderlichen Mittel, auch die chirurgische Therapie nicht vernachlässigt werden dürfen, versteht sich von selbst.

Zur lokalen Behandlung der Knochen- und Gelenktuberkulose ist die von Bier angegebene rythmische Stauung mit Erfolg herangezogen worden. Vortragender hat zu diesem Zwecke eine sehr zweckmäßige Apparatur angegeben.

Ref. aus Mün. med. Woch., Dt. med. Woch., Berl. kl. Woch., Med. Kl. 1918.

Ärztlicher Verein in Hamburg. Sitzung vom 19. Februar 1918.

Plate. Tuberkulöse Knochenerkrankungen.

Vortragender zeigt einen Kranken mit tuberkulöser Erkrankung der Handwurzel und einen Kranken mit einer gleichen Erkrankung eines Mittelfußes. Der erste wurde im Krankenhaus Barmbeck, der zweite auf dem Lande in der Nähe Hamburgs mit Sonnenbestrahlung behandelt. Beide sind so weit wieder hergestellt, daß völlige Heilung mit Erhaltung der Funktion zu erwarten ist.

Offizielles Protokoll, Dt. med. Woch.

Medizinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft zu Jena. Sitzung vom 13. Dezember 1917.

Prof. Spiethoff demonstriert 2 **Lupuskranke**, welche die außerordentlich guten Erfolge allgemeiner offener **Kohlenlichtbäder** nach Axel Reyn mit gleichzeitiger örtlicher Behandlung mit Pirquetschen Impfungen zeigen.

In einem Falle handelte es sich um einen vorher nicht durchgreifend behandelten Lupus, der in diffuser Ausheilung das ganze mittlere Gesicht ein-

nahm. Nach 107 Stunden Bogenlichtbädern in 75 Sitzungen und 122 Pirquet-Impfungen in 14 Sitzungen innerhalb von 3 Monaten erfolgte ein selten schönes kosmetisches Abheilen.

Im anderen Falle trat die Wirkung der Pirquetschen Impfungen in Verbindung mit allgemeinen Lichtbädern um so mehr hervor, als die vorausgegangene Allgemeinbelichtung mit gleichzeitiger örtlicher Quarzkompressionsbehandlung wenig Erfolg hatte. Der Lupus trat hier in Form dicker Knötchen auf der Nase und den angrenzenden Wangenteilen auf.

Die Abheilung dieses Falles erfolgte dann nach 102 Stunden Bogenlichtbädern in 73 Sitzungen und 45 Pirquetimpfungen in 5 Sitzungen. Geimpft wurde stets mit Alttuberkulin Koch.

Zusammenfassend läßt sich über diese Behandlungsmethode sagen, daß damit in vielen Fällen, namentlich in kosmetischer Beziehung, sehr gute Erfolge erzielt wurden. Auch der Wechsel zwischen örtlicher Licht- und Tuberkulinbehandlung, dürfte namentlich dann, wenn diese oder jene schon über längere Zeit angewendet wurde, von Vorteil sein.

Allerdings gibt es auch Fälle, bei denen zu angreifende Allgemein-Reaktionen oder zu starke Herdreaktionen, die nicht in Besserung ausklingen, die weitere Anwendung des Tuberkulins unratsam machen.

Ref. aus Mün. med. Woch., Berl. kl. Woch. 1918.

Medizin.-pharmazeut. Bezirksverein Bern. Sitzung vom 14. Juni 1917.

Wildbolz. Zur Frage der Heliotherapie der tuberkulösen Epididymitis.

Der Vortragende demonstriert ein durch Epididymektomie gewonnenes Präparat des tuberkulösen Nebenhodens eines Kranken, der $1^1/_2$ Jahre lang mit Heliotherapie behandelt worden war. In dem Nebenhoden fanden sich noch sehr zahlreiche vollentwickelte Tuberkel ohne irgendwelche Heilungsprozesse im umliegenden Gewebe. Der Vortragende empfiehlt, bei tuberkulöser Epididymitis zunächst unter Lokalanästhesie den tuberkulösen Nebenhoden samt Vas deferens zu entfernen und die Kranken erst nach diesem gefahrlosen Eingriff zur Heliotherapie ins Gebirge zu weisen. Er hat bei diesem Vorgehen bis jetzt noch nie ein lokales Rezidiv gehabt, außer wenn zur Zeit der Operation bereits Fisteln bestanden. *Ref. aus dem Korr. f. Schw. Ä. 1917.*

Ärztlicher Verein zu Frankfurt a. M. Sitzung vom 19. November 1917.

Feldt. Klinische Erfahrungen und Richtlinien der Behandlung der Tuberkulose mit Gold.

Die ersten in der Tuberkulosebehandlung angewandten Goldpräparate waren das Aurumkalium cyanatum und das Aurokantan (Auricyanid). Sie sind jetzt überholt vom Krysolgan, einem Präparat, in dem es gelungen war, ähnlich wie das Arsen im Salvarsan, das Gold an den Benzolkern zu binden. Es ist 6 mal weniger giftig als das Aurokantan und besitzt eine gesteigerte spezifische Einwirkung auf die tuberkulösen Herde. An die akute Reaktion, die weitgehende Übereinstimmung mit der Tuberkulinreaktion zeigt, schließen sich Heilungsvorgänge an, die in Einschmelzung des infiltrierten Granulationsgewebes und Ausbildung einer bindegewebigen Narbe oder Kapsel bestehen.

Krysolgan wirkt sicher nicht nierenreizend. Tritt bei der Behandlung Eiweiß im Harn auf, so ist das nicht als Schädigung aufzufassen, sondern ist entweder eine toxisch-tuberkulöse Albuminurie oder entzündliche Reaktion eines latenten tuberkulösen Nierenherdes (in beiden Fällen ganz analog der Tuberkulinwirkung). In beiden Fällen schwindet das Eiweiß bei Fortsetzung der Therapie.

Die Dosierung und Häufigkeit der Krysolganinjektionen hängt vom individuellen Reaktionstypus ab. Es werden Dosen von 0,05—0.2 g in 10—14-tägigen Pausen intravenös eingespritzt, bei starken protrahiert abklingenden Reaktionen Pausen von 3 und 4 Wochen eingeschaltet.

Alle Heilmethoden — die Tuberkuline, Röntgen- und Lichtstrahlen — sind nur wirksam, wo die natürliche Heilungstendenz als entscheidender Faktor hinzutritt. Auch Krysolgan kann nur in dem Sinne wirken, daß es die Selbstheilung beschleunigt. Bei sehr weit vorgeschrittenen Fällen ist daher eine Wirkung nicht mehr zu erwarten. Andererseits wirkt es bisweilen noch heilend bei solchen Fällen, wo alle anderen Methoden versagt haben.

Ref. aus dem offiziellen Protokoll, Mün. med. Woch. 1918.

Klinischer Ärztetag in Bern. Sitzung vom 16. Juni 1917 im Inselspital.

Prof. Dr. Jadassohn. Über Röntgenbehandlung der Kinderekzeme.

Die Mißerfolge der diätetischen wie der externen Behandlung der Ekzeme kleiner Kinder sind leider nur zu häufig. In den letzten Jahren hat Jadassohn eine größere Anzahl von allen Ekzemformen im 1. und 2. Lebensjahre (von größeren Kindern hier ganz abgesehen) mit Röntgenstrahlen behandelt. Die Erfolge sind außerordentlich günstig, insofern auch schwere langdauernde Erkrankungen im Gesicht und am behaarten Kopf, aber auch am Körper sehr schnell (ohne resp. mit ganz indifferenter äußerer Behandlung und ohne besondere Diät-Vorschriften) meist schnell abheilen. Gewiß kommen, wie fast selbstverständlich, Rezidive vor; aber auch diese reagieren gut. Wirklich restlose Heilungen sind wohl durch den umstimmenden Charakter der Röntgenstrahlen und die allmählich einsetzende Gewöhnung der Haut an die Reize der Außenwelt zu erklären. Diese Behandlung erspart jedenfalls den Müttern und Pflegerinnen der Ekzemkinder unendlich viel Arbeit.

Schädigungen, speziell Wachstumsstörungen sind nicht beobachtet worden, was ganz natürlich ist, da die Dosen minimal sind. Es werden Totalbestrahlungen gemacht (mit mittelweichen Röhren ohne Filtration), so daß jede einzelne Stelle höchstens 1 X bekommt, d. h. den 10. Teil der Dosis, welche die Haut der Erwachsenen ohne Schädigung verträgt. Die Bestrahlungen werden zunächst alle 10 Tage wiederholt (im ganzen 2 bis 3), später nach größeren Pausen je nach Bedarf noch einige Bestrahlungen in längeren Intervallen hinzugefügt. Die Fixierung der Kinder für so kurze Sitzungen gelingt leicht. Exakte Dosierung ist natürlich notwendig. *Ref. aus dem Korr. f. Schw. Ä.*

Gesellschaft der Ärzte in Zürich. Sitzung vom 27. Januar 1917.

Prof. Bloch. 1. Exzessive Hyperpigmentation auf einem Naevus flammeus infolge Radiumbehandlung.

Die Patientin, welche an einem flachen Gefäßnaevus der linken Gesichtshälfte litt, wurde vor 7 Jahren während längerer Zeit und in sehr zahlreichen Sitzungen zur Heilung ihres kosmetischen Leidens mit Radium behandelt. Dauer der Bestrahlung 4 Jahre. Ein Jahr nach dem Aufhören der Behandlung treten die jetzt noch bestehenden Veränderungen auf: Die Haut der linken Wange vom Augenlid bis zum Mundwinkel und von der Nase bis zum Jochbogen zeigt ein schon von weitem auffallendes, höchst buntscheckiges Aussehen. Es wechseln intensiv dunkelbraune Flecken ab mit völlig weißen, narbig atrophischen und dunkelroten Partien. Letztere sind die Überreste des alten Naevus, die beiden ersten die Folgen der Therapie. Durch die Behandlung mit Radium ist es teilweise zu sehr intensiver Anregung der Pigmentbildung gekommen; teilweise sind Geschwüre und als ihr Resultat vollständig pigmentlose weiße Narben entstanden. Der kosmetische Effekt der Behandlung — in

diesem Falle der einzige Zweck der Therapie — ist als ein höchst ungünstiger zu bezeichnen, indem die Haut der Patientin in viel auffälligerer Weise verändert ist, als das vor der Behandlung der Fall war. Der Fall zeigt die Schwierigkeit, welche die Behandlung des flachen Gefäßnaevus durch Radium bietet. Durch schwache Bestrahlungen mit der Quarzlampe gelang es, bei der Patientin das kosmetische Resultat wenigstens einigermaßen wieder zu verbessern.

Die starke Braunfärbung der behandelten Partien ist zurückzuführen auf die außerordentlich starke und spezifische Einwirkung, welche das Radium und verwandte Strahlenarten auf das pigmentbildende Ferment der Haut ausüben.

2. Ein Fall von Sarcoma idiopathicum haemorrhagicum Kaposi.

27jähriger Patient. Nachdem eine Trombose in den venae saphenae beider Unterschenkel mit starker Schwellung der Füße vorausgegangen war, entwickelte sich vor $1^1/_2$ Jahre langsam das jetzige Leiden. Es bildeten sich an beiden Unterschenkeln und Füßen blau- und braunrote nicht schmerzhafte Flecke und Erhabenheiten aus, die allmählich an Zahl und Ausdehnung zunahmen. Der Patient zeigt jetzt an beiden Unterschenkeln sowie an Füßen und Zehen ganz unregelmäßig zerstreute Herde, die kleinsten etwa linsengroß, die größten über handtellergroß. Die Effloreszenzen sind teilweise im Niveau der Haut gelegen, teils deutlich erhaben, druckempfindlich und von mäßig derber Konsistenz. Die mikroskopische Untersuchung ergibt: in Cutis und Papillarkörper eine kolossale Vermehrung der Gefäße, zahlreiche Hämorrhagien und ein außerordentlich zellreiches Gewebe, teilweise an embryonales Bindegewebe erinnernd; die Zellen teils rundlich, teils unregelmäßig, ähnlich jungen Fibroblasten.

Die Röntgenbestrahlung in Verbindung mit einer Arsenkur brachte eine deutliche Verbesserung dieses außerordentlich seltenen Leidens.

Ref. aus dem Korr. f. Schw. Ä. 1917.

Medizinische Gesellschaft in Basel. Sitzung vom 29. November 1917.

Prof. Lewandowsky demonstriert einen Fall von **Neurodermitis disseminata.** Es handelt sich um einen 22jährigen Schreiner, der seit dem ersten Lebensjahr hautleidend war. Er zeigte einen Hautausschlag, der fast den ganzen Körper einnahm und besonders hochgradig am Gesicht, Nacken, Hals und oberen Extremitäten vorhanden war. Die Veränderungen bestanden in diffuser Rötung und Infiltration sowie Lichenifikation der befallenen Partien. Der Patient ist mit den verschiedensten äußeren Mitteln behandelt worden, stets mit nur anfänglichem und vorübergehendem Erfolg, wie das auch für die Neurodermitis circumscripta so charakteristisch ist. Vegetarische Diät wurde ein halbes Jahr lang ohne Erfolg eingehalten. Blutwaschungen mit Ringerscher Lösung, Injektion von eigenem und fremdem Serum blieben ohne Wirkung. Erst die Röntgenbestrahlung in Verbindung mit Arsen-Injektionen hat den Zustand wesentlich gebessert. *Ref. aus dem Korr. f. Schw. Ä. 1917.*

Mediz.-Naturwissensch. Gesellschaft zu Jena. Sitzung vom 27. Juni 1918.

Kohler: Vortragender stellt 3 mit **Röntgenstrahlen behandelte Narbenkontrakturen** vor, die nach Verbrennungen entstanden sind. Im ersten Fall handelt es sich um ein zweijähriges Kind, das sich beide Hände verbrannt hat, in den beiden anderen um weit ausgedehnte Narben auf der Beugeseite großer Gelenke (Ellbogen, Hüfte). Bei dem einen der letzteren bestand spitzwinklige Kontraktur. Alle 3 bezeichneten Fälle sind wieder voll beweglich geworden. Der Vortragende empfiehlt die Behandlung mit härtesten Röntgenstrahlen

und mittelgroßen Dosen. Hauptsächlich kommt die Röntgenbehandlung in Betracht, wenn chirurgische Behandlung nicht mehr helfen kann, sei es, weil die Narben zu ausgedehnt sind, sei es, daß durch ihre Lage ein operativer Eingriff wenig Erfolg verspricht. (Narben bei kleinen Kindern, peritonitische Verwachsungen usw.). Bei operablen Fällen ist die Auflockerung der Narben durch Röntgenbestrahlung als Vorbereitung zur Operation oder auch zur Nachbehandlung zu empfehlen.

Ref. aus der Dt. med. Woch., Berl. kl. Woch. u. Med. Kl. 1918.

Ärztlicher Verein Frankfurt a. M. Sitzung vom 4. November 1918.

Franz Groedel. Röntgenbehandlung bei kardialen Schmerzen.

Vortragender berichtet über 20 Fälle, die genauer beobachtet und längere Zeit mit Röntgenstrahlen behandelt wurden. Das Resultat der Therapie war, daß bei allen durch organische Veränderungen bedingten Schmerzen eine Heilung durch Röntgenstrahlen nicht eintrat, dagegen war bei den kardialen Schmerzen auf nervöser Grundlage sowie bei mit Neuralgien kombinierter Angina pectoris ein Dauererfolg zu erzielen, ganz ähnlich wie man auch bei Ischias und sonstigen Neuralgien mit Röntgenbestrahlungen gute Resultate erreicht. *Ref. aus der Med. Kl. 1918.*

Vereinigung schweizerischer Hals- und Ohrenärzte.
Sitzung vom 26. Mai 1918 in Basel.

Ulrich, Basel. Die Strahlentherapie in der Otolaryngologie.

Vortragender berichtet über die Erfahrungen, die mit der Strahlentherapie in der Baseler Nasen- und Ohrenklinik (Prof. Siebenmann) gemacht wurden. Gute Erfolge quoad sanationem wurden erzielt bei Affektionen der Ohrmuscheln, des Gehörgangs, der äußeren Nase, ebenso bei Sarkomen und Lymphosarkomen.

Relativ günstig sind ferner die Resultate der prophylaktischen Nachbestrahlung bei operierten Tumoren. Wenn man die Erwartungen auch nie zu hoch schrauben darf, so gibt es doch auch in der Otolaryngologie eine ganze Anzahl von Krankheitsformen, in denen die Radium- und Röntgenstrahlen nicht nur ultimum refugium, sondern die Methode der Wahl sind.

Ref. aus dem Korr. f. Schw. Ä. 1918.

Bericht der Lupuskommission des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose.

Die Lupuskommission des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose hat auch im Berichtsjahre 1917 nach den bisherigen bewährten Grundsätzen gearbeitet. Erfreulicherweise ist in der Zahl der Heilverfahren gegenüber den Jahren 1915 und 1916 wieder ein Fortschritt zu verzeichnen. Es wurden 1917 ganz oder teilweise auf Kosten der Lupuskommission insgesamt 253 Kranke behandelt (gegenüber 192 Kranken im Jahre 1915 und 157 Kranken im Jahre 1916), darunter 40 Männer, 164 Frauen und 49 Kinder. Die von der Lupuskommission aufgewandten Kosten belaufen sich auf insgesamt 18198,33 M. von anderen Kostenträgern wurden 39807,24 M. aufgebracht. Von den Kranken konnten 100 geheilt, 139 gebessert und 13 ungeheilt entlassen werden. Ein Kranker ist verstorben.

Von den Kranken konnten demnach mehr als ein Drittel geheilt entlassen werden, bei dem größeren Teil wurde wesentliche Besserung bis zur Herstellung der Erwerbsfähigkeit erzielt. Die Behandlungsdauer bei Kranken, die sich einem ständigen Heilverfahren unterwarfen, schwankte in der Regel zwischen

2—5 Monaten. Bei vielen Kranken konnte die Behandlung ambulant durchgeführt werden, so daß die Aufnahme immer nur für einige Tage zu erfolgen brauchte. Häufig traten Rückfälle ein, die innerhalb des Jahres wiederholte Behandlungen erforderten.

Es darf hierbei nochmals darauf hingewiesen werden, daß die Lupuskommission vornehmlich solche Kranken berücksichtigt, deren Leiden sich noch im Anfangsstadium befindet und Heilung oder wesentliche Besserung bis zur Herstellung der Erwerbsfähigkeit erwarten läßt. Untersuchung und Behandlung hat in den von der Lupuskommission bekanntgegebenen Lupusheilanstalten zu erfolgen. Die Höhe der Beihilfen richtet sich nach dem Umfang der zu erwartenden Kosten; sie beträgt im allgemeinen ein Viertel bis ein Drittel der Gesamtkosten. An die Gewährung ist die Bedingung geknüpft, daß die Restkosten von anderen Stellen (Kreis, Gemeinde, Landesversicherungsanstalten, Krankenkassen, Wohlfahrtsvereine, Angehörigen oder dgl.) sichergestellt werden. Es darf hierbei nochmals darauf hingewiesen werden, daß für die Fürsorge der Lupuskommission nur solche Fälle in Betracht kommen, deren Anmeldung rechtzeitig, d. h. vor Beginn der Behandlung erfolgt ist, so daß der Lupuskommission Gelegenheit gegeben wird, bei der Einleitung des Heilverfahrens mitzuwirken und sich vorher über die zu bewilligende Beilhilfe schlüssig zu machen.

An alle für die Lupusbekämpfung interessierten Stellen ergeht die Bitte, die Bestrebungen der Lupuskommission durch rechtzeitige Mitteilung unbehandelter Lupuskranker freundlichst unterstützen zu wollen.

Bericht des Lupusausschusses des bayerischen Landesverbandes zur Bekämpfung der Tuberkulose.

Der vom bayerischen Landesverband zur Bekämpfung der Tuberkulose begründete Lupusausschuß erstattet durch Prof. v. Zumbusch den Bericht über das erste Jahr seiner Tätigkeit. Der Bericht ist sehr erfreulich, da er zeigt, daß die Bestrebungen des Lupusausschusses tatkräftige Förderung an maßgebenden Stellen, so bei Stadtverwaltungen, Landesversicherungsanstalten, Krankenkassen fanden und daß schon im ersten Jahre die geleistete Arbeit die schönsten Erfolge erzielt hat. Die Einträge in das Lupuskataster betrugen bis Ende 1917 insgesamt 127 Fälle, behandelt wurden 42 männliche und 60 weibliche Kranke. Als völlig geheilt konnten 26 entlassen werden, als gebessert 48, nur 4 Fälle blieben ungeheilt. Als dringend wünschenswert erscheint die Errichtung einer Lupusheilstätte; ein kleiner Betrag konnte für diesen Zweck bereits hinterlegt werden. Die übrigen zur Verfügung stehenden Mittel betragen etwas über 11000 M., von denen bisher 8450 M. für Heilzwecke angewiesen und 3099 M. verausgabt wurden. In der von Geh.-Rat F. May geleiteten Sitzung des Lupusausschusses, in der dieser Bericht vorgelegt wurde, wurde dem für die Sache der Lupusbekämpfung unermüdlich tätigen Prof. v. Zumbusch der Dank für seine Mühewaltung ausgesprochen; in den Ausschuß wurden ferner gewählt Oberreg.-Rat Pfülf im Ministerium des Innern, Geh. San.-Rat Dr. Brunner und San.-Rat Dr. Eppstein-Nürnberg.

Sach- und Namenregister zu Band IX.

Sachregister.

A.

B.

I.

K.

L.

M.

S.

Namenregister.









